

Centre ORSTOM de LOMÉ

LES SOLS DU TOGO

CARTOGRAPHIE DE RECONNAISSANCE AU 1/200 000

LE SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE

RÉGION NORD DU 7ème PARALLÈLE

A. LEVÊQUE

S O M M A I R E

	Page
1. <u>INTRODUCTION.</u>	1
1.1. Présentation générale	1
1.2. Avertissement.....	2
2. <u>LE MILIEU NATUREL.</u>	4
2.1. La géologie.....	4
2.2. Le climat.....	6
2.2.1. La pluviométrie.....	7
2.2.2. Température.....	8
2.2.3. Nébulosité.....	8
2.2.4. Humidité relative.....	8
2.2.5. Les vents.....	9
2.2.6. Evaporation.....	9
2.2.7. Indices climatiques.....	9
2.3. Hydrographie.....	10
2.4. Végétation.....	11
2.5. Géomorphologie.....	13
2.6. Occupation humaine.....	16
3. <u>LES SOLS.</u>	
3.1. Les grands processus de la pédogenèse.....	18
3.1.1. Généralités.....	18
3.1.2. La ferrallitisation.....	19
3.1.3. La ferruginisation.....	24
3.1.4. L'hydromorphie.....	25
3.1.5. Lessivage et appauvrissement.....	27
3.1.6. Lixiviation.....	28
3.1.7. Induration.....	28
3.1.8. Remaniements.....	31
3.1.9. Processus accessoires	32
3.1.9.1. Alcalisation	32
3.1.9.2. Carbonatation.....	33
3.1.9.3. Brunification.....	33
3.1.10. Accumulation de la matière organique et son évolution.....	34

	Page
3.2. Principes de la classification des sols.....	35
4. <u>LES UNITES PEDOLOGIQUES</u>	37
4.1. Tableau des Sols.....	37
4.2. Caractéristiques des Unités cartographiées.....	42
4.2.1. Les sols minéraux bruts.....	42
4.2.2. Les sols peu évolués.....	45
4.2.3. Vertisols et paravertisols.....	58
4.2.4. Classe des sols a sesquioxides de fer (ou de manga- nèse).....	66
- Sous-classe des sols ferrugineux tropicaux.....	66
- Groupe des sols lessivés.....	67
4.2.4.1. Sous-groupe non ou peu concrétionné.....	68
4.2.4.2. Sous-groupe à concrétions.....	81
4.2.4.3. Sous-groupe à hydromorphie.....	100
4.2.4.4. Sous-groupe induré.....	119
4.2.5. Classe des sols ferrallitiques	
-Sous-classes des sols faiblement ou moyennement désaturés dans l'horizon (B).....	121
4.2.5.1. Groupe des sols ferrallitiques typiques..	123
Sous-groupe modal.....	123
4.2.5.2. Groupe des sols ferrallitiques appauvris	132
Sous-groupe modal.....	132
Sous-groupe induré.....	135
4.2.5.3. Groupe des sols ferrallitiques remaniés..	137
Sous-groupe modal.....	137
4.2.5.4. Groupe des sols rajeunis ou pénévulés...	142
Sous-groupe avec érosion et remaniement...	142
4.2.6. Classe des sols hydromorphes.....	146
Sous-classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères.....	146
4.2.6.1. Groupe des sols à gley.....	147
4.2.6.2. Groupe des sols à pseudo-gley.....	150
5. <u>CONCLUSION.</u>	154
Références bibliographiques.....	158

1.1. Présentation générale.

Le socle granito-gneissique couvre, avec près de 27.000 kilomètres carrés, environ la moitié de la superficie du Togo. Il se répartit en trois ensembles très inégaux dans leur étendue. On peut ainsi distinguer, du nord au sud :

- La partie togolaise de la pédiplaine granitique voltaïque, à l'extrême nord-ouest du pays : 1150 km².

- Le pays kabrais, entre 9°20' et 10°05' de latitude nord, encadré par la chaîne atacorienne et par un diverticule de celle-ci : il est dominé, en son centre par un massif essentiellement basique. Cette région naturelle couvre environ 1700 km².

- La région improprement dite "des plateaux" limitée au sud par les terres de Barre et la frontière ghanéenne, à l'ouest et au nord par la chaîne atacorienne des Monts Togo, enfin à l'est par la frontière avec le Dahomey : 24.000 km² environ. Les deux frontières, ghanéenne et dahoméenne, ne sont que des limites artificielles puisque dans ces deux pays, surtout au Dahomey, le socle s'y poursuit.

C'est cette dernière région naturelle qui a fait l'objet d'une cartographie au 1/200.000. Ce travail sera présenté en deux parties : l'une au nord du 7ème parallèle (18.300 km²) la seconde traitant des régions plus méridionales, entre ce 7ème parallèle et les Terres de Barre.

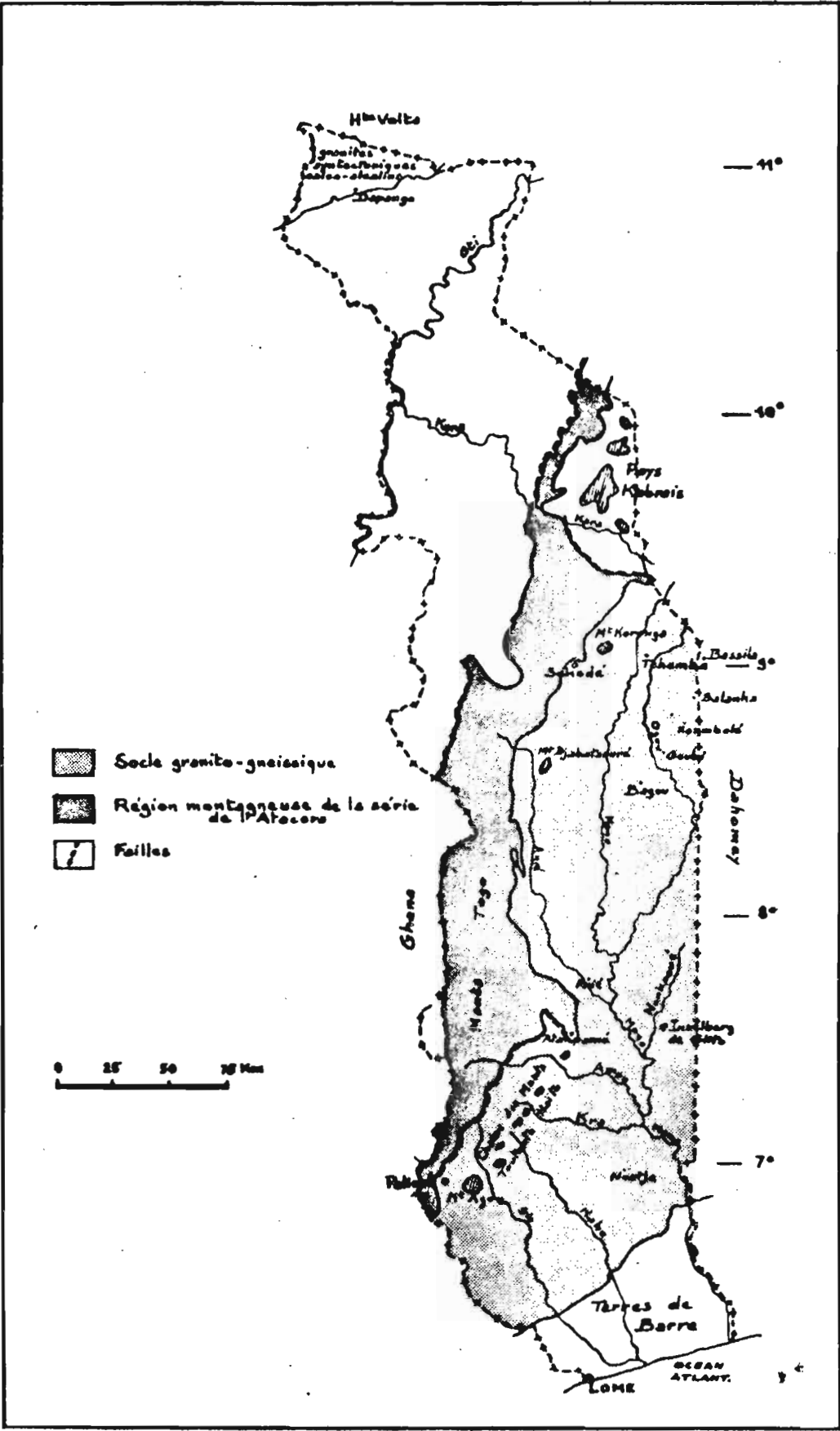
La présente notice explicative est accompagnée de deux coupures : l'une couvrant le socle entre les 7ème et 8ème parallèles, la seconde intéressant le nord de cette dernière latitude.

La carte de reconnaissance au 1/200.000 de cette région naturelle des "Plateaux" rentre dans le cadre de l'inventaire systématique des sols du Togo entrepris par la section de Pédologie du Centre de LOME de l'OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE OUTRE-MER. Ce travail s'est déjà concrétisé après de nombreuses études locales détaillées, par la publication, en 1969, de la Carte Pédologique au 1/1.000.000 avec notice explicative de M.LAMOUROUX. Dans cette très rapide revue des principaux travaux pédologiques déjà réalisés, l'attention doit être attirée sur deux vastes études conduites par des organismes autres que l'ORSTOM :

- Cartographie au 1/50.000 de 450.000 hectares environ, répartis à peu près également sur deux régions naturelles : Terres de Barre au sud, vallée de l'Oti, entre Kandé et Mango au nord. Ce travail, effectué avec le concours de pédologues Togolais et de l'ORSTOM entre 1962 et 1965, fut publié sous l'égide de la FAO.

- Cartographie, également au 1/50.000, de toute la région de la Kara (centrée sur le pays kabrais), réalisée par des pédologues togolais et

PRESENTATION DE LA REGION ETUDIEE



certaines de leurs collègues de la F.A.O.

Les prospections pédologiques de la région des Plateaux débutèrent en 1968 pour se terminer en 1972. Elles furent menées en concómitance avec une étude générale de la pédogenèse du socle granito-gneissique et donnèrent lieu à l'observation de près de 5000 fosses pédologiques ouvertes en saison sèche le long de plusieurs milliers de kilomètres de routes, pistes carrossables, sentiers cyclables ou non ainsi que de layons.

Une assez forte porportion (25% environ) de ces fosses a été ouverte à courts intervalles de l'ordre de 200 mètres en moyenne, le long de toposéquences. Elles furent ainsi implantées après étude de documents de base (cartes topographiques, géologiques, climatologiques, couverture aéro-photographique, etc.) selon les principales combinaisons des divers facteurs pédogénétiques pouvant exister dans ce pays. Le reste des observations fut effectué selon un intervalle systématique de 500 mètres sans sélection préalable plus ou moins arbitraire, le long des axes de pénétration.

Toutes les analyses furent effectuées au laboratoire du Centre ORSTOM de LOME.

Pour cette première partie, le fond topographique et la couverture aéro-photographique sont les documents I.G.N. suivants : carte au 1/200.000 de l'Afrique de l'Ouest (feuilles de DJOUGOU, FAZAO, SOKODE, BADOU et ABOMEY) et coupures au 1/50.000 au fur et à mesure de leur publication ainsi que la couverture aérophotographique au 1/65.000 (missions NC - 31 - VIII, NC-31-I, NC-31-II, NE-31 - XIX et NB - 31 - XX).

1.2. Avertissement.

Bien que la densité des observations soit relativement élevée pour une telle cartographie de reconnaissance à cette échelle, deux faits importants doivent être soulignés :

-1°) l'Observation stéréoscopique ou directe des photographies aériennes est certes d'une aide précieuse quand il s'agit, en conclusion du travail, de tracer sur la carte, les limites des différentes unités. Cependant, cette technique repose sur le postulat que pour des situations topogéomorphologiques semblables et pour une même image de la surface du terrain (aspect de la végétation, grisé, degré d'homogénéité de la nuance, distribution des ramifications des axes de drainage, etc.) nous avons les plus grandes chances de trouver une même pédogenèse. Ceci peut être entièrement faux et maints exemples pourraient être cités, de confusion à priori, au seul vu des photographies aériennes, entre des sols ferrugineux peu profondément cuirassés et des vertisols ou paravertisols. D'autre part, l'action humaine, telle qu'elle affecte toutes ces régions, d'une façon relativement intense depuis plusieurs siècles (ou pour le moins depuis plusieurs dizaines d'années)

défigure la physionomie du couvert superficiel des formations pédogénétiques soit par des défrichements épisodiques et anarchiques, soit par des feux de brousse allumés pour les seuls besoins de la chasse. Dans ces conditions, les photographies aériennes ne peuvent plus traduire, en aucune façon spécifiquement la pédogénèse.

La difficulté arrive à son maximum quand il s'agit de damiers de champs à divers stades d'exploitation ou de jachère comme on peut en observer en de nombreuses régions.

Enfin, à mesure que la superficie cartographiée s'accroît la photographie aérienne ne peut traduire que d'une manière diversement édulcorée les différents critères de classification des sols dès que l'on quitte les niveaux taxonomiques supérieurs.

- 2°) Ce socle granito-gneissique, dans la région des Plateaux révèle une effarante hétérogénéité dans les trois dimensions, encore plus accentuée à grande échelle (par exemple à celle d'un versant) qu'à petite échelle, c'est à dire de la région toute entière. Il n'est pas rare de trouver côte à côte, en une même situation topogéomorphologique, par exemple, un sol ferrugineux lessivé à concrétions et un sol ferrallitique peu désaturé remanié faiblement rajeuni ou pénévolué selon le soubassement lithologique : gneiss leucocrate massif ou bien passée d'amphibolite diaclasée, respectivement. Un sol ferrugineux hydromorphe sur recouvrement colluvial argilo-sableux peut voisiner avec un vertisol sur hornblendite, etc.

Il semble bien que l'hétérogénéité lithologique ne soit pas seule en cause et qu'un autre facteur pourrait bien jouer un rôle plus important qu'on ne le soupçonne généralement. En effet, le drainage profond susceptible d'être assuré à la "couverture" pédologique par les diaclases et autres réseaux de fractures de ce socle à tectonique cassante, oriente probablement d'une façon très diversifiée, l'évolution géochimique et pédogénétique. Certains déblais profonds, creusés pour la construction de routes nous en sont témoins.

En conclusion, l'attention doit être attirée sur trois points fondamentaux :

- Même avec une densité de près de 2500 profils pédologiques observés par "degré carré" (sensiblement 12000 km²) et en dépit du fait que put être réalisé un dessin assez détaillé des "contours" des différentes unités, la carte présentée ne pourra être tenue que pour un document de reconnaissance et de première approximation.

- A l'intérieur de chaque contour, délimitant sur la carte, une seule unité pédologique, il est bien évident qu'en fait nous avons le plus souvent à faire à une association de diverses catégories pédogénétiques. L'une d'entre elles est cependant de loin dominante quant à la proportion qu'elle occupe en superficie. Cette notion d'association avec dominante sera précisée plus loin.

- Tout projet de mise en valeur devra, bien entendu, se baser sur cette carte de reconnaissance mais sans perdre de vue l'absolue nécessité de prospections complémentaires préalables, à une échelle bien plus fine.

2. LE MILIEU NATUREL

2.1. La Géologie (P.AICARD, 1953)

Tout comme l'ensemble de la région des Plateaux, le soubassement de la zone étudiée ici, est caractérisé par la présence dominante d'une formation précambrienne : le Dahomeyen.

Constitué de gneiss et de micaschistes de composition diverse, il fût affecté, dans la partie sud-est par la migmatisation. Selon P.AICARD (1953) qui en dressa une carte de reconnaissance au 1/500.000 l'origine de ces roches est à rechercher dans des formations sédimentaires pour la plupart, éruptives pour certaines et vraisemblablement volcaniques (tufs) pour quelques unes. Cet auteur signale également des enclaves nettement basiques, amphiboliques ou pyroxéniques.

Toutes ces formations dahomeyennes sont régulièrement plissées selon une direction NNE-SSO, sur laquelle se calque, dès que l'on quitte le voisinage des Monts Togo, l'orientation des cours d'eau ainsi que des ensembles topogéomorphologiques et pédologiques. Les pendages sont sensiblement voisins de 90°. Toujours d'après P.AICARD, nous avons certainement à faire, ici, à une série isoclinale verticale.

Les diverses formations du Dahomeyen peuvent dans l'ordre de métamorphisme croissant, être classées de la façon suivante :

- Des micaschistes à biotite et muscovite accessoires à grenats fréquents et avec présence de feldspaths insuffisants toutefois, pour que l'on puisse assimiler ces roches à des gneiss.

- Des gneiss à muscovite, sans biotite, souvent grenatifères, gneiss à plagioclases et à deux micas, gneiss à biotite et/ou à amphibole.

- Des gneiss migmatitiques dérivant des précédents.

- Des affleurements d'emphibolites parfois feldspathiques, des pyroxénites, également plus ou moins feldspathiques, des gneiss à pyroxènes et/ou à amphiboles, ainsi que des gabros.

D'après cette succession, P.AICARD a divisé la série complexe du Dahomeyen de la manière suivante :

- Le groupe des micaschistes d'Alamagney, parfois feldspathiques à biotite et muscovite accessoires.

- Le groupe des gneiss d'Agbandi, comprenant des roches à muscovite seule ou bien à deux micas.

CARTE GEOLOGIQUE DU TOGO

LEGENDE

FORMATIONS SEDIMENTAIRES

QUATERNAIRE

- dépôts marins littoraux
- dépôts fluvio-lacustres ou lagunaires récents

CONTINENTAL TERMINAL

- formations sable-argileuses
- EOCENE (Paléocène à Lutétien)
- argiles - marnes - calcaires

ORDOVICIEN

voltaïen

- grés supérieurs ou grés de Bombouake

CAMBRIEN ou INFRACAMBRIEN SUPPOSÉS

voltaïen

- schistes et grés ou schistes de Sansanné-Mango
- grés inférieurs ou grés de Dapongo

PRECAMBRIEN

BUEM - FALEMIEN

- indifférencié
- grés et quartzites
- jaspes et phanites

SERIE de KANDE - BOUKOMBE

- schistes sériciteux, chloritoschistes

BIRIMIEN

- amphibolites d'origine indéterminée

ATACORIEN

- quartzites micacés
- micaschistes
- schistes amphibolitiques
- micaschistes granitisés

DAHOMEYEN

Groupe d'Alamagné (micaschistes inférieurs)

- micaschistes feldspathiques

Groupe d'Agbandi et de Djougou (gneiss supérieurs)

- paragneiss - à muscovite - à deux micas

- leptynites à muscovite

Groupe d'Anié (gneiss supérieurs)

- orthogneiss - à biotite - à biotite et amphibole

Groupe de l'Ofé (gneiss supérieurs à inférieurs)

- gneiss - à biotite - à biotite et amphibole

Groupe du Kabré (gneiss supérieurs à inférieurs)

- orthoamphibolites - orthogneiss à amphibole - orthoamphibolopyroxénites

- orthopyroxénites - orthogneiss à amphibole

Groupe de Kra (zone des migmatites)

- embrechites diverses

- anatexites

- anatexites sans apport

ROCHES ERUPTIVES

ROCHES ACIDES

Syntectoniques

- granites calco-alcalins divers
- diorites quartziques à amphibole et biotite
- microgranites calco-alcalins à biotite

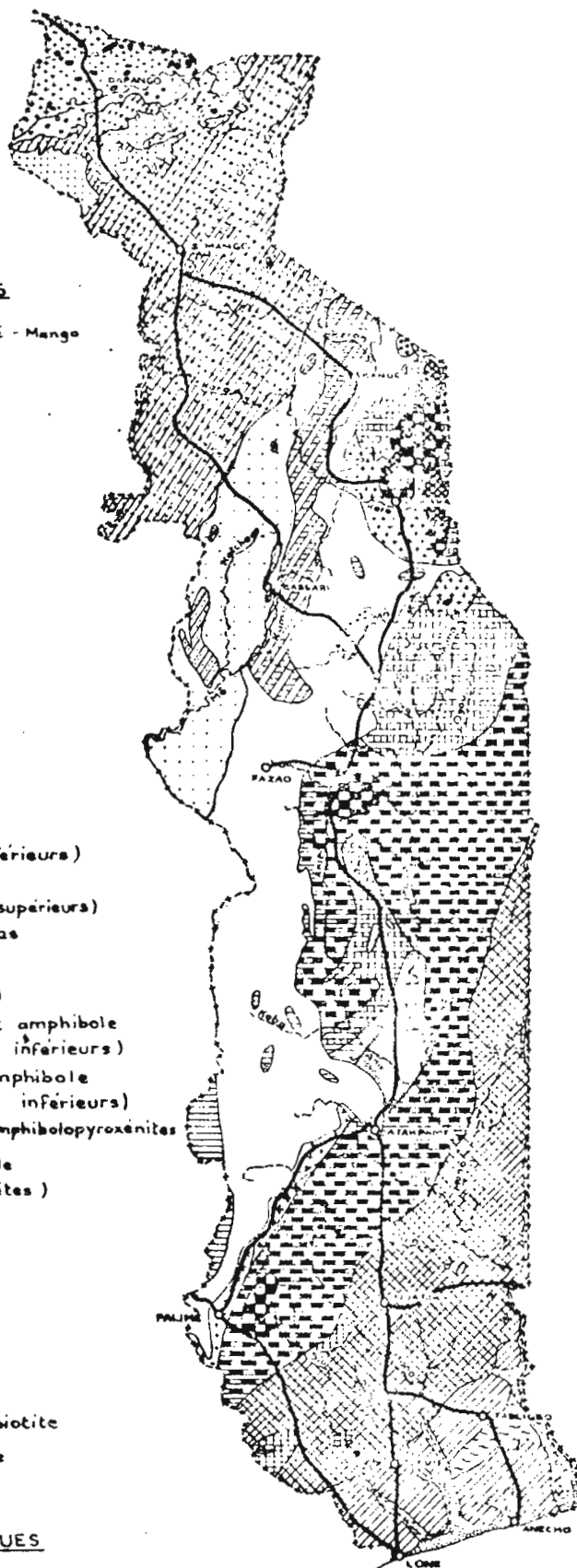
Texture d'ensemble

- granites calco-alcalins porphyroïdes

ROCHES NEUTRES ou BASIQUES

- serpentinite
- dolérite

} pour mémoire



échelle : 1/2.500.000

Réduction et simplification de la carte de reconnaissance au 1/500.000 de P. AICART (1956)

- Le groupe des gneiss d'Anié : à biotite et amphibole. Ils dérivent d'une granodiorite.

- Le groupe des gneiss de l'Ofé à biotite et amphibole comme ceux d'Anié. Il sont, d'après les observations que nous avons pu faire de leurs affleurements généralement moins riches en ferromagnésiens que les précédents. Dans ce groupe, P.AICARD classe également des gneiss à biotite seule.

- Le groupe des roches basiques du Kabrais, englobant toutes les roches basiques trouvées dans les différentes séries dahomeyennes et les trois massifs d'étendue plus importante, que l'on trouve au Togo : Massif d'Agou à l'extrême sud ouest du socle, Massif des Monts Djabataouré vers Sotouboua, entre 8°30' et 8°45' de latitude nord et Massif des Monts Kabrais (situé en dehors de la zone étudiée).

- Le groupe des migmatites de Chra, correspondant au remplacement d'une certaine proportion d'ions calcium par des ions sodium et potassium ainsi qu'à l'introduction d'ions silicium, certains des ions aluminium et fer migrant vers l'extérieur.

Cette zone de migmatites est surtout composée d'embranchites de paragneiss, gneiss et orthogneiss divers, les plus acides étant celles à deux micas tandis que les plus basiques sont caractérisées par la présence de biotite et amphiboles (orthogneiss du groupe d'Anié). Les Anatexites sont rares et circonscrites à quelques petits massifs (comme, par exemple, le petit inselberg de Patala dans l'EST-MONO).

Les roches éruptives sont très rares : elles ne sont, pour l'essentiel, représentées que par quelques petits massifs de granites syntectoniques calcoalcalins ou de diorite quartzique à amphibole et biotite. La superficie des deux principaux dépasse à peine 200 km². Le premier d'entre eux se situe dans la région de Pasa à l'extrême nord-est de la partie cartographiée de ce socle. Nous y trouvons un granite calcoalcalin à deux micas. Le second massif d'importance notable, un peu plus vaste, que le précédent, s'étire en pied des Monts Togo, au sud-ouest d'Atakpamé. Il est constitué de granites calco-alcalins à biotite et de diorites quartziques à amphibole et biotite.

Les autres massifs de roches éruptives sont autrement plus réduits. Signalons toutefois celui de l'inselberg de Glito (granite calco-alcalin migmatitique) et quelques petits massifs de serpentine inclus dans le chaînon des Monts Haïto, parallèle aux Monts Togo dont il n'est distant que d'une vingtaine de kilomètres. L'une des particularités de la partie nord de cette région des Plateaux est la présence d'une formation précambrienne elle aussi, mais tout au moins pétrographiquement fort différente de la moyenne des gneiss du Dahomeyen sur lesquels elle repose en discordance. Cette série, l'Atacorien, est constituée principalement de quartzites micacés et de micaschistes, ceux-ci se présentant sous forme d'intercalation au sein des premiers. P.AICARD signale également dans cette formation, la présence de petites zones de micaschistes granitisés.

La seule notable pour la région étudiée se trouve entre Sokodé et la rivière Mô.

A l'échelle du pays, ainsi que du Dahomey où elle se prolonge, le propre de cette série atacorienne est de donner de relativement forts reliefs. La chaîne des Monts Togo (puis de l'Atacora au Dahomey) domine la "pénéplaine" de plusieurs centaines de mètres. Le plus souvent, elle est limitée par des failles, si bien que le passage aux régions voisines est abrupt, sous forme de falaise, comme le long de la route Palimé-Atakpamé. Toutefois, au nord de cette dernière ville, le raccordement avec les formations du Dahomeyen s'effectue plus graduellement et le plus souvent par une série de collines d'altitude régulièrement décroissante. D'autre part, il semble bien que l'Atacorien, forme, pour la région pénéplanée des "Plateaux" le soubassement d'une partie nettement plus vaste qu'il n'est indiqué sur la carte de reconnaissance au 1/500.000 : il s'avancerait vers l'est-sud est jusqu'à une ligne passant en gros par Tchamba et Ayengré.

En résumé, la lithologie de ce socle granito-gneissique, qu'il serait plus convenable de nommer cristallophyllien est dominée par des formations acides, riches en quartz. Les feldspaths les plus courant sont des plagioclases assez peu calciques (ne dépassant guère, en moyenne 25% d'anorthite), le microcline et l'orthose.

Les micas sont plus souvent de la muscovite que la biotite. Quant aux amphiboles, leur teneur est souvent modeste et font classer les gneiss intéressés plus dans les roches leucocrates que mésocrates.

Les grands ensembles pétrographiques participant au soubassement de la région étudiée peuvent être limités à trois principaux. Ils sont, du pôle le plus basique vers le plus acide :

- gneiss d'Anié (dérivant d'une granodiorite) et, très accessoirement, roches basiques du groupe du Kabraïs
- gneiss du groupe de l'Ofé et migmatites du groupe de Chra
- gneiss très leucocrates du groupe d'Agbandi, micaschistes d'Alamagney ainsi que quartzites micacés et micaschistes de l'Atacorien.

2.2. Le climat.

Il est déterminé par le passage du soleil en zénith deux fois par an et par l'antagonisme mousson - harmattan. C'est ainsi que du sud au nord de la région cartographiée, le climat est d'abord sub-équatorial maritime ou plutôt tropical humide (guinéen forestier du type baouléo-dahoméen) puis tropical semi-humide du type soudano-guinéen (AUBREVILLE, 1949).

A partir des Annales des Services Météorologiques de la France d'Outre-Mer, nous pouvons préciser les caractéristiques climatiques par quelques données chiffrées.

La moyenne annuelle des précipitations est, pour la plus grande partie de la région, comprise entre 1100 et 1300 mm. Elle répercute l'influence des Monts Togo en atteignant, toujours sur le socle, au voisinage de cette chaîne, des valeurs supérieures à 1500 mm dans

Les isonyetes sont grossièrement parallèles aux Monts Togo.

La répartition mensuelle des pluviométries fait apparaître pour le sud, une petite saison sèche centrée sur les mois de juillet et août (respectivement 111 et 95 mm contre 163 mm et 151 mm pour les mois de juin et septembre à la station de Nuatja située à quelques kilomètres au sud du 7ème parallèle). Il faut remarquer toutefois que cette atténuation des pluies n'entraîne aucune sécheresse écologique puisque nous avons toujours, en moyenne, plus de 50 mm de pluies par mois.

Vers le nord, cette petite saison sèche disparaît progressivement : à la station de Bessila, située en territoire dahoméen, à proximité de l'extrême nord-est de cette région, c'est au contraire le mois d'août qui est le plus arrosé (moyenne de 221 mm). Parallèlement, la grande saison sèche qui n'est que de 4 mois (début novembre à fin février) dans le sud, atteint 5 mois dans le nord où elle s'étend jusqu'à la fin mars.

Toutes ces considérations sont basées sur des moyennes. Il faut remarquer, qu'en fait, d'une année à l'autre, les écarts peuvent être très importants. Nous releverons, pour citer quelques exemples, certaines valeurs mensuelles extrêmes :

- à Sokodé :

17 mm en avril 1946	-	259 mm en avril 1957
58 mm en mai 1954	-	248 mm en mai 1938
57 mm en juin 1939	-	393 mm en juin 1962

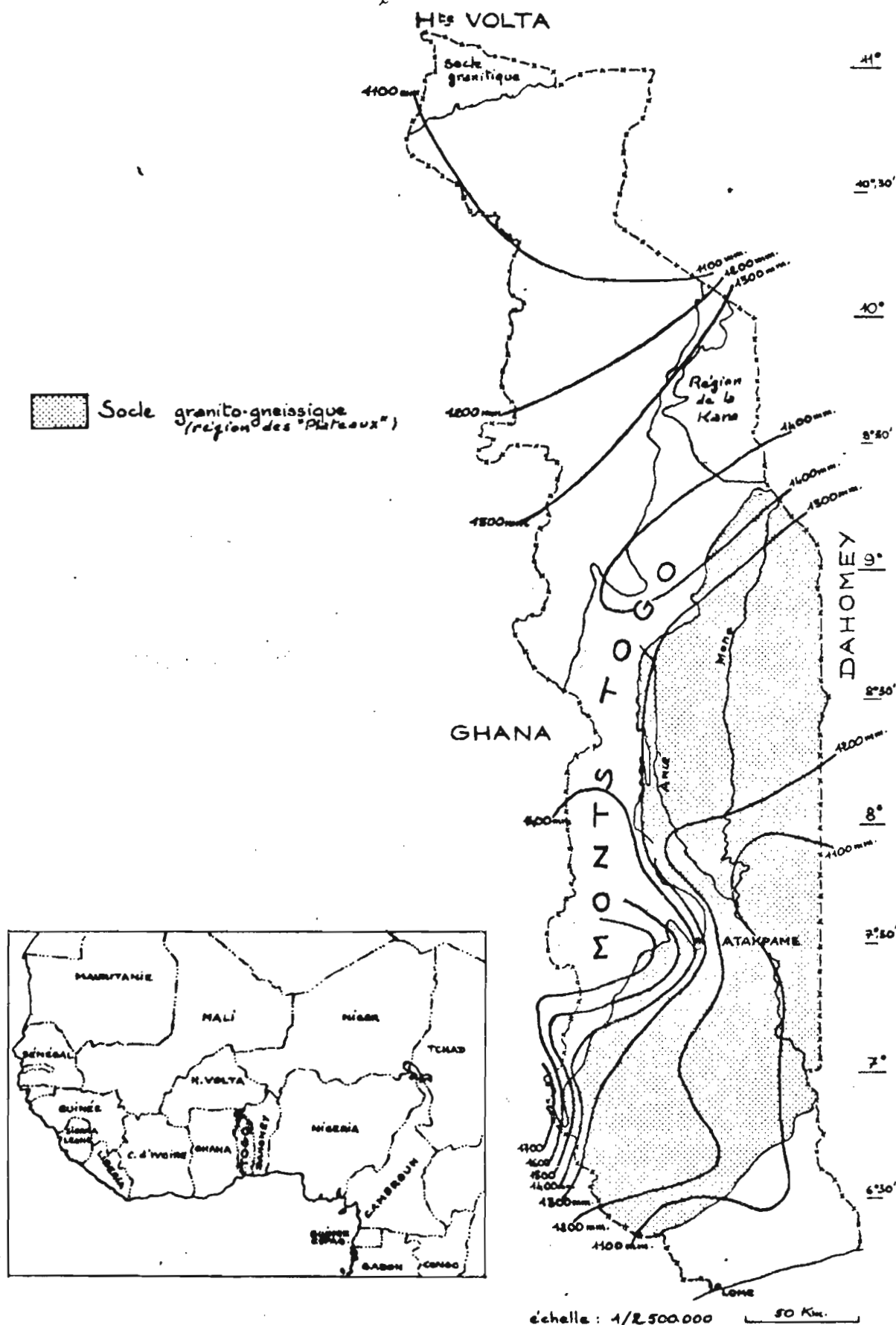
- à Nuatja :

33 mm en mars 1953	-	261 mm en mars 1955
54 mm en avril 1937	-	228 mm en avril 1955
17 mm en mai 1971	-	315 mm en mai 1942
38 mm en juin 1942	-	372 mm en juin 1966

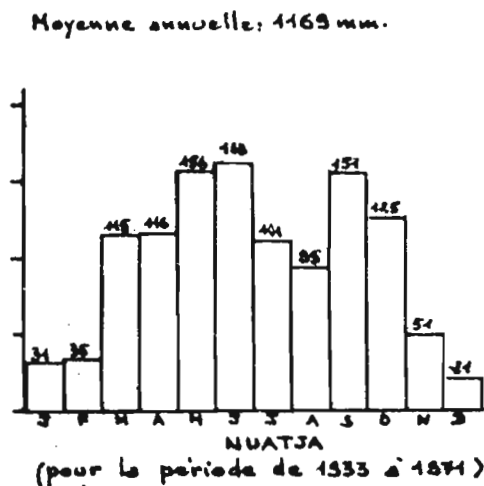
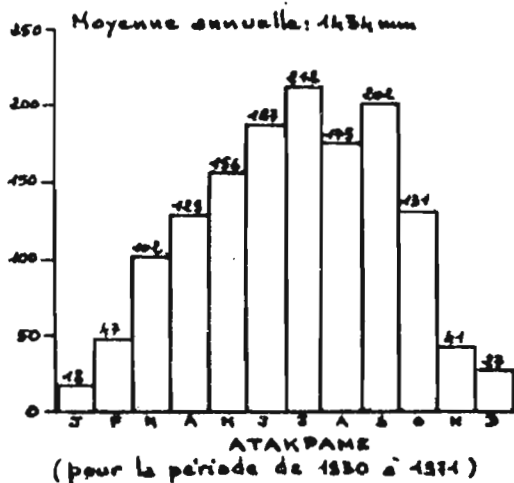
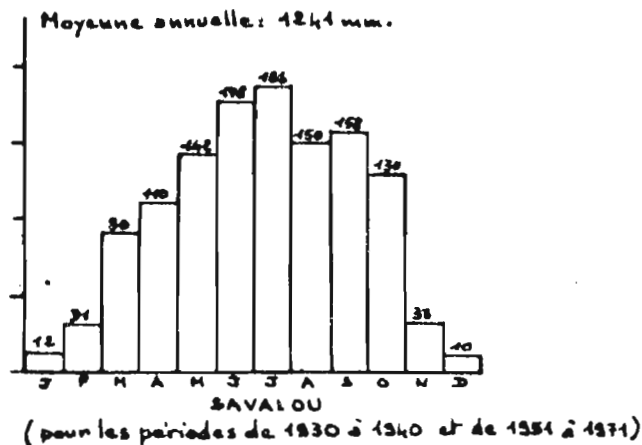
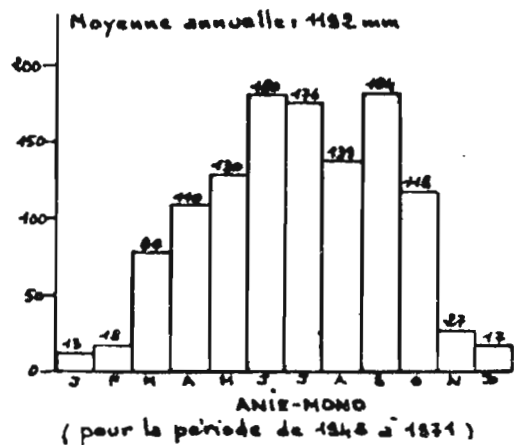
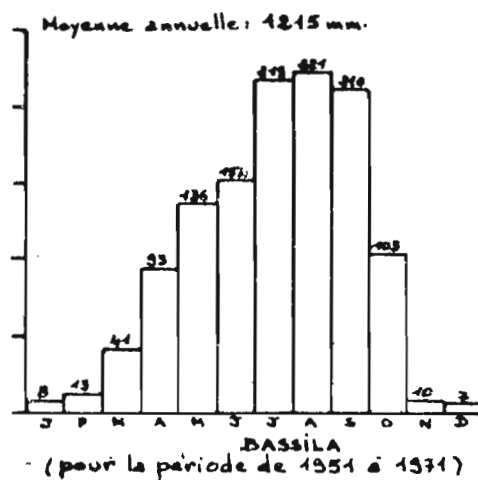
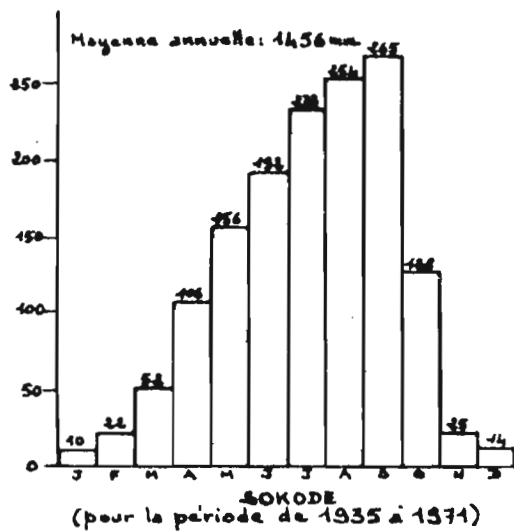
Nous pouvons retirer de ces quelques données que la variabilité est très importante : le rapport entre minima et maxima peut atteindre voire dépasser 1/5. Ceci entraîne de grands risques pour les semis et plantations, effectués en début de saison des pluies.

Le nombre de jours de pluies est, de même, extrêmement variable.

ISOHYETES ANNUELLES



REPARTITION MENSUELLE DES PLUVIOMETRIES



Le tableau 1 consigne la moyenne calculée pour la période 1901-1958 pour les deux stations de Nuatja (au sud) et de Sokodé (au nord).

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NUATJA période: 1901-1958	nombre de jours de pluie $\geq 0,1$ mm	3	4	7	10	12	11	10	7	18	9	2	4
	nombre de jours de pluie ≥ 10 mm	2	1	1	6	1	5	4	2	10	4	0	1
SOKODE période: 1901-1958	nombre de jours de pluie $\geq 0,1$ mm	5	0	9	12	9	26	24	24	26	13	3	2
	nombre de jours de pluie ≥ 10 mm	1	0	2	3	5	11	4	7	11	6	1	0

Tableau 1

2.2.2. Températures.

Les moyennes annuelles oscillent entre 26°1' (Sokodé) et 27°4' (Nuatja). Il n'existe aucune saison fraîche. L'écart entre les mois le plus chaud (février ou mars) et le plus frais (août) ne dépasse pas 5° sur le socle (altitude toujours inférieure à 500 mètres).

Le tableau 2 mentionne les moyennes mensuelles des minima et maxima (Tx et Tn moyennes) ainsi que la température moyenne annuelle pour ces deux stations.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
\bar{T}_x	NUATJA (période: 1937-1949 et 1951-1957)	34°1	35°9	35°6	34°5	33°2	31°4	29°7	29°7	31°2	32°0	33°6	34°0
	SOKODE (période: 1937-1957)	33°9	35°1	35°4	34°0	32°1	30°0	28°2	27°5	29°0	30°3	33°4	33°7
\bar{T}_n	NUATJA	21°7	23°1	23°0	22°8	22°5	21°8	21°7	20°6	21°1	21°0	21°1	21°4
	SOKODE	19°3	20°7	22°1	21°8	21°3	20°9	20°6	20°6	20°5	20°4	19°4	18°0
$\frac{\bar{T}_x + \bar{T}_n}{2}$	NUATJA	27°9	29°5	29°3	28°7	27°8	26°6	25°7	25°1	26°2	26°5	27°4	27°7
	SOKODE	25°6	27°9	28°7	27°9	26°7	25°5	24°4	24°0	24°8	25°6	26°4	25°9

Tableau 2

Les maxima et minima absolus sont respectivement de 40°6' (mars 1941) et 12°8' (décembre 1955) à Nuatja, de 41°2' (mars 1950) et 11°2' (décembre 1955) à Sokodé.

De toutes ces données, nous pouvons retirer que les extrêmes s'accusent vers le nord, c'est à dire à mesure que l'on s'éloigne des influences maritimes.

2.2.3. Nébulosité

La moyenne annuelle est de 4,7 et 5,1 octas respectivement pour les stations de Nuatja et Sokodé. Le mois d'août est celui qui présente les plus fortes valeurs dans le sud tandis que c'est juillet qui est le moins ensoleillé dans le nord. Les minima moyens de nébulosité sont également décalés entre sud et nord : février et janvier respectivement.

2.2.4. Humidités relatives

Elles sont en général assez fortes bien que les "poussées" de l'har-mattan vers le sud puisse les amener passagèrement à de très faibles valeurs (10% en janvier 1945 à Nuatja, 6% du 16 au 31 janvier 1952 à Sokodé).

Humidité relative moyenne en %		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	NUATJA (période: 1937-1954 et 1953-1957)	72	72	73	80	83	86	86	83	85	87	83	82
	SOKODE (période: 1936-1957)	49	41	59	71	75	81	82	83	83	78	64	60

Tableau 3

Les données du tableau 3 soulignent ici encore, les différences entre sud et nord.

2.2.5. Les vents

Le tableau 4 consigne la fréquence en pourcentage, de l'ensemble des observations des directions des vents pour les stations de Nuatja et Sokodé.

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Calmes
Fréquence en % des directions des vents	NUATJA (période: 1953-1994)	12,0	0,0	0,7	0,0	17,1	0,0	5,5	0,0	26,7	0,0	3,6	0,4	3,4	0,7	0,4	0,0	13,1
	SOKODE (période: 1954-1994)	1,3	0,0	2,7	0,0	14,9	0,8	7,7	0,3	5,5	0,3	7,2	0,2	6,2	0,4	3,2	0,2	52,1

tableau 4

Si, pour les périodes considérées, ces données ne traduisent guère la fréquence sensible des vents très secs d'harmattan dans le nord, il apparaît nettement par contre, que les vents humides en provenance de l'Atlantique soufflent beaucoup plus souvent dans le sud que dans le nord.

2.2.6. Evaporation.

De toutes les données précédentes on peut s'attendre à ce que l'évaporation soit élevée. Le tableau 5 consigne quelques valeurs pour les principales stations de la zone qui nous intéresse.

année	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	moyenne
NUATJA	-	-	760	637	770	-	-	-	-	-	-	742
ATAKPAME	1380	1383	1075	1310	1268	1252	1243	1037	1133	-	-	1235
ANIE-MONO	1443	1346	1053	-	-	1125	1240	1056	-	-	-	1220
SOKODE	1557	1343	1078	1136	1262	1181	1096	1046	1040	-	-	1185

Evaporation Pêche en mm

tableau 5

En résumé, l'évaporation, relativement faible dans l'extrême sud de la région considérée (station de Nuatja) s'élève rapidement vers le nord pour osciller aux environs de 1200 mm par an. Quand on considère la répartition mensuelle de cette évaporation, les données éparses, nous permettent de noter qu'elle entraîne des variations du simple au double entre mois le plus sec et le plus humide au sud et du simple au triple au nord.

2.2.7. Indices climatiques.

En fonction des températures et des précipitations, nous pouvons calculer certains indices climatiques et pédoclimatiques permettant de situer la région considérée

- Indice d'aridité de MARTONNE :
$$\frac{P_{mm}}{T^{\circ} + 10}$$

Nuatja : 31,3 Sokodé : 40,3

- Coefficient de LANG :
$$\frac{P_{mm}}{T^{\circ}}$$

Nuatja : 43 Sokodé : 56

$$\text{-- Indice d'érosion de FOURNIER : } \frac{p^2_{\text{mm}}}{P_{\text{mm}}}$$

ou p_{mm} est la précipitation du mois le plus arrosé
et P_{mm} est la pluviométrie moyenne annuelle.

Nuatja : 23 tonnes/Km²/an Sokodé : 48 t./Km²/an

-- Drainage calculé de AUBERT et HENIN :

$$D \text{ en mètres} = \frac{C P^3 \text{ mètres}}{1 + C P^2 \text{ mètres}} \quad \text{avec } C = a \frac{1}{0,15 T - 0,12}$$

- $a = 0,5$ pour l'argile, nous avons 0,171 pour Nuatja et 0,318 m pour Sokodé
- $b = 1$ pour les sols limoneux, $D = 0,298$ pour Nuatja et 0,522 pour Sokodé.
- $c = 2$ pour les sols sableux, $D = 0,475$ pour Nuatja et 0,733 pour Sokodé.

Les données calculées de l'indice d'érosion sont des moyennes: des zones cultivées aux ilots forestiers denses de l'EST-MONO, la susceptibilité des sols est sans aucun doute très différente. Il semble, d'autre part, qu'on ait beaucoup exagéré les phénomènes d'érosion en savane. En effet, dans les zones protégées, le couvert arboré devient rapidement dense. D'autre part, là où elle n'est pas détruite par les feux de brousse, la strate herbacée couvre parfaitement le terrain à tel point qu'un épais paillage naturel de la surface peut se constituer, protégeant très efficacement le sol. Nous pouvons même nous demander si l'efficacité d'un couvert de *Panicum maximum* n'atteint pas celle d'une forêt dense équatoriale.

Quant aux valeurs trouvées pour le drainage calculé, retenons qu'elles traduisent les possibilités offertes par l'ensemble climat-sol à l'infiltration des eaux de pluies. Il faut dès lors pondérer les résultats par toute une série de facteurs : topographie, couvert végétal, répartition mensuelle des précipitations, etc.

2.3. Hydrographie.

Drainée par le MÔ (tributaire du fleuve Oti) dans sa partie extrême nord-ouest, cette région réalise pour l'essentiel, le bassin versant du plus important fleuve togolais : le Mono et de son principal tributaire, l'Anié. Tous ces cours d'eau sont caractérisés par de fortes variations de débit. Ils sont typiques des régions de savane, même l'Anié qui prend sa source dans les Monts Togo. Le débit du Mono, par exemple, de 86 m³ environ de moyenne annuelle est très variable entre saison sèche et humide : 1,40 m³ environ en février et près de 320 m³ en septembre.

Avec l'amou et son affluent l'Amoutchou, descendant tous les deux des Monts Togo dans le sud de la région étudiée, Mono et Anié sont les seuls cours d'eau permanents.

La moyenne du coefficient d'écoulement pour le Mono se situe à 5% envi-

Tous ces axes de drainage se présentent comme une succession de biefs et de rapides et sont relativement encaissés. Les "flats" alluviaux, restreints en superficie, cèdent le plus souvent la place aux seuls bourrelets de berge plus ou moins développés. Le réseau hydrographique est extrêmement dense, reflétant l'imperméabilité du socle ainsi que le volume assez important des précipitations. Notons que la surface seuil d'écoulement concentré, c'est à dire donnant lieu à l'apparition d'un talweg élémentaire de premier ordre est le plus souvent inférieure à 2 Km² pour n'atteindre que rarement 3 Km².

Le profil en long des cours d'eau, du moins pour les plus importants d'entre eux, présente une déclivité relativement sensible : 0,7 pour mille pour le Mono; 2,8 pour mille pour l'Agou dans son parcours sur le socle, etc. Ces valeurs, proches de celles couramment trouvées pour les rivières de demi-montagne indiquent de toute évidence que le socle subit présentement une active phase de creusement.

2.4. Végétation.

Le couvert végétal consiste principalement en une vaste savane variablement boisée, passant très souvent, dans le détail, d'une savane herbue à des savanes arbustives claires ou bien à des savanes arborées relativement fermées. Les savanes steppiques n'existent pas.

Mis à part le pied des Monts Togo et les quelques petits massifs assez élevés de la petite chaîne parallèle, d'Atakpamé ou Mont Agou dans le sud ouest, la forêt dense est extrêmement réduite. On peut en distinguer deux sortes de formation : les îlots d'espèces semi-décidues que l'on trouve principalement à l'est du Mono jusqu'au 9ème parallèle et les forêts-galeries dont les plus beaux représentants s'allongent le long des cours d'eau temporaires dans l'Est-MONO également, surtout au nord du 8ème parallèle (Ogou, Ofé, etc).

Deux remarques d'AUBREVILLE (1949) sont à reprendre pour la compréhension du couvert végétal de ce pays :

- "sous les climats tropicaux comportant une saison des pluies estivales d'une durée suffisante, le climax est toujours une formation forestière constituée d'arbres ou d'arbustes assez rapprochés les uns des autres pour couvrir complètement le sol..."

" La relation de causalité entre milieu et formation aboutit donc à un état d'équilibre final, le climax. C'est un équilibre biologique qui se manifeste extérieurement par un certain paysage forestier mais qui n'implique pas nécessairement une composition floristique définie et permanente. Le groupement des espèces peut varier dans le temps et dans l'espace à l'intérieur du climax ...".

De plus, nous pouvons noter que l'homme, tant par ses défrichements culturels que par les feux de brousse allumés pour la chasse, a depuis fort longtemps, rompu ces équilibres naturels. Nous ne pouvons donc accorder aux différents couverts végétaux ainsi qu'à leur composition floristique qu'une signification toute relative.

Les îlots forestiers semi-décidus du pied des Monts Togo ou du chaînon montagneux Atakpamé-Agon sont principalement caractérisés par la présence de *Chlorophora excelsa*, *Antiaris africana*, *Triplochyton scleroxylon*, *Ceiba pentandra*, *Parinari* sp., *Cola cordifolia*, *Elaeis*, ainsi que de quelques *Uapaca* somon et *Khaya senegalensis*. Cette forêt est très fragile et ne recolonise pas les défriches, laissant la place à une savane herbeuse à dominance de *Pennisetum*.

Les reliques forestières, en position d'interfluvies, sur les zones les plus élevées de l'EST-MONO, correspondant aux sols ferrallitiques les plus profonds et aux meilleures caractéristiques physiques sont caractérisés par : *Antiaris africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Chlorophora excelsa*, *Ceiba pentandra*, *Cola cordifolia*, *Triplochyton scleroxylon*, *Albizia zygia*, *Pterocarpus erinaceus*, *Isobertia doka*, *Parkia biglobosa*.

Les galeries forestières sont peuplées principalement de : *Antiaris africana*, *Ceiba pentandra*, *Cola cordifolia*, *Elaeis guineensis*, *Khaya senegalensis*, etc.

Les savanes boisées, souvent très arborées dans toute cette région relativement peu peuplée, sont caractérisées par les espèces suivantes : *Isobertia doka*, *Uapaca togoensis*, *Parinari polyandra* dans les sols les plus profonds, argileux mais drainants, avec présence fréquente de concrétions et/ou de zones carapacées ou même cuirassées, *Azalia africana*, *Burkea africana*, *Hymenocardia acida*, *Lophira alata* dans les sols également drainants mais plus sableux, surtout en position de centre d'interfluve, *Daniella oliveri* et *Borassus flabelliformis* pour les sols sableux dont la profondeur permet aux racines d'atteindre des horizons humides. *Pterocarpus erinaceus* et *Prosopis* sp sont également plus fréquents sur les sols leur permettant une bonne alimentation en eau.

Les sols argileux à dominance vertique, issus de roches les plus basiques sont surtout couverts de *Terminalia macroptera*, *Terminalia laxiflora* et *Pseudocedrela kotschy*, etc.

La strate herbacée est relativement pauvre en espèces. Elle n'est exclusive que dans certains bas-fonds à pente faible. Elle est en général composée principalement des espèces suivantes : *Pennisetum polystachyon* et *purpureum*, *Andropogon* sp., *Cymbopogon giganteus*, *Eragrostis* sp., *Panicum* sp., *Ctenium elegans*, *Imperata cylindrica*, etc.

Les zones surcultivées ne couvrent qu'une faible proportion du territoire intéressé par cette étude. Seule est à signaler la région d'Ayengré,

surtout à l'est de la route Atakpamé-Sokodé où une forte immigration kabraise s'est installée. Toutefois, si la dégradation du couvert végétal y est assez avancée, celle des sols n'est pas aussi poussée que dans les régions surpeuplées du pays Kabrais ou du nord de Dapango.

2.5. Géomorphologie.

En l'absence d'études géomorphologiques, le modelé du Togo et plus particulièrement du socle granito-gneissique ne peut guère recevoir d'explications définitives.

Rappelons que, d'après L.C. KING, cinq grands cycles d'érosion auraient affecté le continent africain

- Le cycle gondwanien, d'âge jurassique,
- Le cycle postgondwanien, d'âge crétacé
- Le cycle Africain, à la mi-tertiaire
- Le cycle postafricain, à la fin du tertiaire
- Le cycle quaternaire, encore en activité.

Il semble bien que les deux premiers cycles n'aient pas laissé de trace en Togo sauf peut être dans la chaîne atacorienne.

Par contre, le cycle Africain (african surface de L.C. KING) semble être le responsable, pour le socle granitogneissique, d'un façonnement extrêmement élaboré, du type pédiplaine, dans le courant de l'ère tertiaire. Il eut pour résultat l'aplanissement auquel correspondent tous les points hauts de la pénéplaine granito-gneissique actuelle. Cette surface s'élève régulièrement vers le nord, passant de 165 mètres d'altitude vers le 7ème parallèle, à 425 mètres aux environs de la latitude 9°15'. Ses témoins se présentent le plus souvent comme une série de croupes, très peu bombées, unies ou plus fréquemment ondulées. Leur superficie est variable, en général de quelques kilomètres carrés, mais ne dépasse jamais la centaine de km². Ces points hauts ne sont aucunement à confondre avec les inselbergs. Ceux-ci ne sont, semble-t-il que des massifs ayant résisté à l'érosion, préalablement à l'abaissement du socle jusqu'au niveau de cette surface. Qu'ils soient des témoins de stades antérieurs de l'abaissement du socle n'est pas invraisemblable mais cet aspect du problème ne présente aucun impact sur la distribution actuelle des sols. La même remarque doit être faite pour les petits massifs résiduels : chaînon des Monts Toutouto-Haïto, Monts Djabataouré, Mont Koronga (située au nord-est de Sokodé, dont l'alignement est grossièrement parallèle aux Monts Togo. Leur relief très vif a fait disparaître toute trace de pédogenèse ancienne.

A partir des témoins de l'ancienne surface, supposée d'âge Miocène, en direction des niveaux de base locaux, nous avons des versants dont la dissection les fait rejoindre les cours d'eau par des ressauts successifs. Ce n'est qu'en quelques endroits du pied des Monts Togo, que nous trouvons les

pédiments caractéristiques de la pédiplanation telle qu'elle affecta les régions plus éloignées de l'équateur.

Ces versants couvrent la plus grande partie du socle, surtout dans la moitié sud où la disparition des reliques de l'ancienne pédiplaine est très avancée. Leur longueur, d'une moyenne de 1 à 1,5 km peut atteindre 3 km. Leur profil essentiellement rectiligne présente souvent de très légères convexité supérieure et concavité inférieure. Les pentes moyennes, le plus souvent comprises entre $1^{\circ}30'$ et 2° ne dépassent que très rarement 4° .

Le façonnement de ces versants semble avoir procédé de l'ouverture progressive des branches du V d'incision, à mesure de l'enfoncement du réseau hydrographique, combinée à une certaine uniformité des facteurs morphogénétiques : ruissellement diffus probablement. La dénivellation entre témoins de l'ancienne surface et niveau de base local (fleuve Mono) est assez constante du sud au nord de cette partie du socle : 50 mètres à la latitude d'Atakpamé, 100 mètres à celle de Bagou, 65 mètres à 8 kms de la source du Mono, à l'extrême nord-est. Si l'on prend pour base les données les plus couramment avancées pour l'érosion géologique, à savoir 0,66 centième de millimètre par an, le façonnement des vallées actuelles, en dessous du niveau de la pédiplaine miocène, a duré environ 2 millions d'années. Etant donné que les altérations de la fin-tertiaire ont probablement préparé le terrain, cette érosion n'a peut être requis qu'une partie seulement du quaternaire pour s'effectuer, peut être pendant la série des fortes oscillations climatiques du début de cette ère. Ce façonnement des vallées pourrait peut être correspondre au cycle post-africain.

Enfin le troisième et dernier grand ensemble morphogénétique de cette "pénéplaine" est celui constitué par les bas de pente. Son individualisation est souvent soulignée par une petite rupture de la déclivité qui s'accroît partiellement au contact avec l'ensemble amont du versant. C'est le signe d'une reprise d'érosion relativement récente, correspondant en cela avec l'aspect fréquemment rocheux des cours d'eau. Elle intéresse une portion plus ou moins grande du paysage selon la distance avec le niveau de base local ou général. Elle semble être due à un basculement d'ensemble du socle, mouvement dont la chaîne des Monts Togo aurait été la clé de voûte (LEVEQUE, 1969); cette reprise d'érosion en bas de pente serait vraisemblablement l'équivalent du cycle quaternaire.

L'absence quasi totale de terrasses alluviales confirme la prépondérance de l'érosion sur l'alluvionnement depuis probablement longtemps. Cependant par places, quelques lambeaux fort réduits de basse terrasse sont visibles. Leur permanence peut correspondre soit au manque de compétence passée des cours d'eau, soit à la présence d'une barre rocheuse ayant entraîné la formation d'un bief à l'amont et favorisé ainsi localement un alluvionnement plus important. Quoiqu'il en soit, la présence de

ces lambeaux de terrasse est épisodique et ce n'est guère que le long de l'Anié, en amont de Blitta et de l'Amon entre Gleï et le Mono, que l'on peut la noter. Leur pédogenèse est sensiblement la même que celle, des versants, à niveau topographique égal. Elle engendre des sols ferrugineux tropicaux ou des sols hydromorphes selon le drainage du matériau. Ce drainage est soumis à l'influence de plusieurs facteurs : lithologie, déclivité, position relative par rapport à l'ensemble des versants, éventuels apports d'eau de ruissellement à partir des terrains dominants, etc. En tout état de cause, au cas où ils auraient donné lieu à une pédogenèse, différente de l'ensemble du paysage, leur cartographie aurait été impossible au 1/200.000.

La répartition des trois principaux ensembles géomorphologiques à l'échelle du socle est fonction de la distance avec les niveaux de base général : l'Océan et local : le Mono. Il est pratiquement certain que la vieille surface supposée miocène ait intéressé tout le pays jusqu'à l'Océan. Les témoins qu'on en retrouve dans le sud du pays le prouvent. Cependant, du nord au sud, ceux-ci sont de plus en plus rares et de superficie en général plus réduite. Faut-il voir là, une conséquence de l'éloignement du niveau de base local, n'ayant pas permis au cycle postafricain de débayer tout le socle d'une égale façon, ou bien une plus forte résistance de la vieille pédiplaine, résistance entraînée par une induration générale plus poussée de ses sols vers le nord (zonalité climatique)? Peut-être ces deux facteurs ont-ils joué. Toujours est-il que dominant partout dans le paysage dans le nord de la pénéplaine, ses témoins se réduisent de plus en plus en direction de l'Océan, se "contractant" vers l'axe des interfluves entre les plus grands cours d'eau. Ils finissent, aux approches de la région maritime, sinon par disparaître totalement, du moins par être réduits à des îlots, souvent fort petits et très distants les uns des autres. Seuls dans l'extrême sud de la région cartographiée ici, subsistent un ensemble assez important de ces témoins, au nord de la piste Nuatja - Tetetou-Abomey, ainsi que divers ensembles plus ou moins "accrochés" au chaînon des Monts Toutouto-Haïto.

A l'inverse, du sud, "remonte", la plus récente phase du façonnement du socle, celle qui a permis l'individualisation des "bas de pente". Malgré le fait que par ailleurs (LEVEQUE, 1969) ait été supposé un basculement préalable du socle, l'érosion ayant ainsi pu reprendre d'une façon égale en tout point, il faut noter que l'ampleur de cette phase s'est vraisemblablement calquée sur les débits plus importants des cours d'eau vers le sud du socle. Ceci pourrait expliquer l'extension grandissante de cette unité physiographique dans les régions méridionales.

Entre, d'une part, l'ensemble important de témoins de la vieille pédiplaine dans le nord et, d'autre part, cette extension croissante dans le sud, de ce que l'on pourrait appeler les bas-glacis, les versants dégagés

par le cycle post-africain, occupent une proportion maximum du paysage dans les régions intermédiaires. D'autre part, à mesure que l'on se rapproche du fleuve Mono et de ses principaux affluents, la morphogénèse la plus récente intéresse une proportion grandissante du paysage.

2.6. Occupation Humaine.

Dans son ensemble cette région est peu peuplée. La densité moyenne se situe aux environs de 20 habitants/Km².

Les deux principales villes : Sokodé dans le nord, Atakpamé dans le sud, toutes deux de l'ordre de 15.000 habitants sont les deux principaux centres d'activité : artisanat et commercialisation des produits agricoles. Certains bourgs, beaucoup moins importants par le nombre d'habitants sont cependant des pôles d'un assez grand intérêt par les marchés hebdomadaires qui s'y tiennent : Gleï, Anié, Sotoutona, Ayengré, Tchamba, etc. Tous, sauf Tchamba se situent le long de l'axe routier sud-nord joignant Lomé à la Haute-Volta.

En dehors de ces agglomérations et villages qui s'égrainent le long des routes et pistes ainsi que de la couronne de hameaux et fermes dont ils sont le centre, le pays est relativement désert. Certaines zones sont même pratiquement inhabitées : l'EST-MONO, de la latitude de Glito jusqu'à celle de Goubi, tout le long du Mono entre Kpessi et le confluent de l'Aou, la région comprise entre Akaba et Kamina, par exemple. Les raisons en sont obscures : manque d'eau en saison sèche, présence de trypanosomiase ?

Par contre, certaines régions sont plus densément peuplées : d'abord celle qui longe la route Atakpamé - Palimé au pied des Monts Togo (riches cultures de cacaoyers, caféiers et quelques palmeraies d'Elaeis), celle d'Ayengré-Sotouboua où l'immigration kabraise fait de constants progrès, principalement en direction de l'est, vers Sessaro et le Mono.

Les principales ethnies sont du nord au sud : les Cotocolis dont la capitale est Sokodé, ainsi que les Tchambas, puis les Kpessi et les Ana, à la latitude d'Anié, puis les Atakpamés et, enfin les Adjias et les Ewès au sud. Signalons également l'immigration kabraise et losso d'abord le long de l'axe routier sud-nord, puis depuis quelques temps dans l'EST-MONO entre les latitudes d'Anié et de Nyamassila. Enfin, en bordure des Monts Togo, vivent les Akposso.

Les activités sont essentiellement agricoles, aucune ressource minérale naturelle ne permettant de créer sur place d'autres industries que celle de l'usine textile d'Atakpamé. Il existe, certes, une petite exploitation de marbre à Gnaoulou, à l'est de Chra mais l'importance de la main d'oeuvre en vivant, est très faible. Les cultures pratiquées dans cette région du Togo sont :

- Caféiers, Cacaoyers, quelques Elaeis au pied de la région montagneuse et accessoirement du chaînon parallèle des Monts Toutouto-Haïto.

- l'Igname et le coton sont cultivés partout ailleurs, surtout sur les terres récemment défrichées des zones d'immigration kabraise. L'igname assez exigeant, y trouve des terres encore relativement riches et suffisamment pourvues en matière organique. Cette culture vivrière est, souvent associée, en plus du coton, au maïs, riz et parfois au haricot.

Les autres cultures, toutes vivrières sont : le manioc de préférence dans la moitié sud, le mil ainsi que le sorgho dans la moitié nord. On peut observer, toutefois d'assez belles cultures de manioc jusqu'au 9ème parallèle et même au delà.

Les seules cultures exportatrices restent : le coton pour l'ensemble de la région, et le caféier ainsi que le cacaoyer cantonnés au piedmont des régions montagneuses.

Le coton est l'une des plantes dont le cycle végétatif permet d'échapper à la longue et sévère/sèche ^{saison} sévissant sur la pénéplaine. Il est en constant progrès et tout l'EST-MONO en fait son économie essentielle.

L'élevage est partout fort limité. La plupart des troupeaux sont conduits par les Peuhls à qui les confient les cultivateurs togolais. A défaut de pouvoir avancer des données précises quant à l'importance du cheptel bovin, nous pouvons l'estimer à quelques dizaines de milliers de têtes. Le cheptel ovin et surtout caprin est très certainement plus nombreux, de même que les volailles. Malgré cela, la consommation de protéines est assez réduite, assurée en partie par la chasse et les sacrifices de quelques têtes de bétail à l'occasion des fêtes traditionnelles, en partie par l'importation de poissons séchés en provenance de la côte et surtout par les haricots et arachides.

3. LES SOLS.

3.1. Les grands processus de la pédogenèse.

3.1.1. Généralités.

L'évolution de la matière minérale aussi bien que de la matière organique tend vers la transformation totale des matériaux soumis à la pédogenèse. Elle aboutit le plus souvent, à l'apparition de forts pourcentages de kaolinite et d'hydroxydes de fer ainsi que d'acides humiques et fulviques.

Cependant, certaines catégories de sols, développés au quaternaire, à partir de la roche-mère mise préalablement à nu (ou du moins des termes inférieurs des zones d'altération plus ou moins anciennes) sont loin d'être arrivés au stade atteint par ceux des témoins de l'ancienne surface tertiaire. Des minéraux primaires subsistent encore dès une faible profondeur dans les profils. Ils permettent pour certaines situations topographiques plus "confiantes" que la moyenne, le développement d'argilification du type 2 : 1 accompagnées souvent d'une évolution de la matière organique voisine de celle que nous connaissons en régions tempérées.

Nous remarquerons également que le Togo est un pays de transition pour pratiquement tous les facteurs de la pédogenèse :

- Le facteur roche-mère oscille le plus souvent entre le pôle acide (micaschistes à muscovite plus ou moins feldspathisés ou même, quartzites) et le pôle basique (gneiss riches en ferromagnésiens et plagioclases, voire carrément très basique, du type amphibolites).

- Transition également pour le climat quand nous passons en quelques 200 kilomètres, du sud-ouest au nord-est, d'une région subéquatoriale à une autre de type soudano-guinéen bien caractérisé, au nord du 9ème parallèle.

- Transition pour le couvert végétal qui peut passer en quelques centaines de mètres, d'une savane herbeuse ou au plus, faiblement arbustive, à une forêt mésophile dense.

- Enfin transition pour le facteur topographique (dominance des versants dans le modelé) et pour la morphogenèse d'ensemble : le paysage n'est ni une pédiplaine, ni une pénéplaine mais présente des formes assimilables tantôt à l'une tantôt à l'autre.

De tous ces points de vue, cette région de l'Afrique de l'Ouest réalise donc un milieu assez ambigu dont l'équilibre naturel est instable et dont l'évolution peut être orientée très différemment selon que tel ou tel facteur penche suffisamment vers un pôle pour qu'il soit déterminant. Nous ne sommes pas, tant s'en faut, dans un milieu génétique franc.

Dans ce contexte, nous trouvons sur ce socle, nombre de grands processus de pédogenèse correspondant aux unités supérieures de la classification française. Ne manquent que les sols calcomagnésimorphes, isohumiques et podzols ainsi que sols podzoliques.

Il faut remarquer, toutefois, que certains de ces processus ne sont opérants que grâce à une conjonction très localisée de facteurs, tel que par exemple celui de la brunification, aboutissant aux sols bruns eutrophes tropicaux.

Les principaux processus pédogénétiques sont ceux qui aboutissent à la ferrallitisation, la ferruginisation et l'hydromorphie. Le lessivage et la lixiviation, l'appauvrissement, l'induration, les remaniements etc..., sont des phénomènes actifs dans tous les grands groupes de sols. Si nous devons résumer par quelques notes la pédogenèse de ce socle, nous pourrions le faire en soulignant que nous avons, pratiquement partout, des sols, tous remaniés, dont les horizons supérieurs tendent vers un appauvrissement total en argile et en fer tandis que les hydroxydes de ce dernier élément s'indurent soit sous forme de carapace (ou de cuirasses) soit, le plus souvent, sous forme de concrétions.

3.1.2. La ferrallitisation.

Caractérisée par la prédominance absolue des actions de dissolution d'hydrolyse et d'oxydation, elle aboutit à la transformation complète de la roche-mère. Les produits finaux consistent en un ensemble à forte proportion de matériaux plastiques (argilication complète) : kaolinite (à faible capacité d'échange de cations), hydroxydes de fer et parfois d'aluminium restant amorphes ou bien évoluant vers une cristallisation de plus en plus nette et dominante (goethite, gibbsite, hématite, etc). A ces minéraux secondaires, est associé un résidu de minéraux primaires très résistants à l'altération tels que le quartz et les minéraux accessoires aluminosilicatés : zircon, rutile, grenat, tourmaline, etc. Tous les minéraux les plus sensibles à la dissolution et à l'hydrolyse disparaissent naturellement en premier et comme ce sont eux qui assurent normalement la charge des cations nécessaires au développement végétal, nous aboutissons à des sols chimiquement pauvres. Un autre élément minéral, indispensable aux plantes est lui, assez bien retenu par les sols soumis à la ferrallitisation : il s'agit du phosphore. Mais sa persistance dans les profils n'est que le reflet de son insolubilisation par les hydroxydes de fer et/ou d'aluminium et par conséquent de son inassimilabilité théoriquement totale par les plantes. Il faut tempérer cette notion par la prise en compte de la possibilité de certains sols suffisamment pourvus en matière organique de rendre ce phosphore plus accessible à la vie végétale, grâce à divers phénomènes tels que complexation ou chélation.

Après les bases alcalines et alcalinoterreuses, la silice est le composé le plus sensible à la dissolution et à l'exportation hors des profils, surtout au niveau des zones d'altération. C'est pourquoi l'argilification ne peut engendrer que des phyllites dont le rapport silice/alumine est faible, c'est à dire du type kaolinique. Sur certaines roches-mères riches en muscovite, nous pouvons trouver, cependant des sols riches en argile du type illite qui est un terme de relativement faible transformation de ce mica.

L'aluminium ainsi que le fer sont assez stables si bien qu'ils s'accumulent relativement dans les profils, d'autant plus que la silice et les bases sont facilement lixiviées. La ferrallitisation, requérant une forte percolation d'eau, n'aboutit que très rarement à la formation d'alumine libre dans les sols de la pénéplaine, certainement pour des raisons climatiques (précipitations limitées).

Les horizons C des sols ferrallitiques cartographiés dans le présent travail, offrent des morphologies diverses :

- bariolage ferrallitique type dans lequel les zones diversement colorées se calquent sur l'hétérogénéité minéralogique de la roche-mère.

Les zones les plus vivement colorées (violet, rouge, etc) correspondent à celles des ferromagnésiens par exemple. C'est sur les gneiss, surtout les plus basiques que ce phénomène est le plus fréquemment observable. Il n'est pas rare toutefois, de le noter pour des zones d'altération de granites à texture assez grossière, mais ce type de roche-mère est très mal représenté.

La lixiviation de la silice se trouve, dans ces horizons bariolés, assez poussée, car ce genre de milieu est rarement engorgé en saison des pluies. Les rapports silice/alumine ne sont pas sensiblement supérieurs à 2.

- matériau kaolinique, marqué par une certaine hydromorphie si bien que le bariolage ferrallitique si tant est qu'il exista auparavant, n'est plus reconnaissable. On le trouve le plus souvent sur micaschistes. Très généralement, la granulométrie du matériau est fine et les roches-mères sont minéralogiquement assez homogènes en détail. Ces remarques peuvent expliquer la facilité du développement d'un certain engorgement et la difficulté pour le bariolage de s'individualiser.

Le milieu se trouvant plus confiné, les rapports silice/alumine sont un peu plus élevés que précédemment. Ils atteignent, dès une faible profondeur en dessous de l'horizon B, des valeurs voisines et même supérieures à 2,2. Bien souvent, cependant, par suite de l'enfoncement du réseau de drainage, ces formes d'hydromorphie ne correspondent plus à des phénomènes actuels.

Dans les horizons C de nombreux sols ferrugineux très développés, profonds, le matériau original présente une morphologie voisine de ce dernier type, mais plus nettement, ou du moins plus actuellement hydromorphe. D'autre part, d'assez nombreux minéraux primaires en voie d'altération s'observent à faible profondeur.

La ferrallitisation est le processus caractéristique de la pédogenèse de la haute surface supposée d'âge miocène mais bien qu'elle ait pu s'effectuer sur une période relativement longue, elle n'a pas abouti à une évolution géochimique extrême identique à celle des zones équatoriales. Les altérations sont profondes, certes, mais à partir d'un niveau relativement proche de la surface (de l'ordre, bien souvent de 4 à 5 mètres), nous pouvons observer des minéraux altérables, riches en silice et en bases, dans un état d'évolution assez peu poussée, et en tout cas très reconnaissables; feldspaths divers (orthose, microcline et même plagioclases) et ferromagnésiens tels qu'amphibole. De même, les pourcentages d'illite ne sont pas négligeables dès les horizons BC où ils peuvent atteindre 20 à 25%, sur micaschistes à muscovite. Dans le même ordre d'idées, la présence d'alumine libre est extrêmement rare, les profils renfermant encore assez de silice pour que tout l'aluminium ait pu se combiner avec elle et participer à l'édification du réseau cristallin de la kaolinite.

Les sols ferrallitiques sont souvent très argileux dès une faible profondeur et, en dehors de toute induration ferrugineuse, présentent en général une assez bonne structure. L'argile est très fortement "stabilisée" par la présence d'un pourcentage élevé d'hydroxydes libres de fer et ceci permet, en effet à une structure grumeleuse nuciforme ou le plus souvent finement polyédrique de se développer. Les argiles de ces sols présentent ainsi une relative grande résistance vis à vis des phénomènes d'appauvrissement ou de lessivage sous l'action des eaux d'infiltration ou même de ruissellement.

Les hydroxydes de fer sont en général, également peu déplaçables dans les sols ferrallitiques, si bien que ceux-ci présentent des profils assez peu différenciés dans l'ensemble.

Les caractéristiques des sols ferrallitiques de ce socle sont donc, en principe bonnes, mais il n'en est pas de même pour les zones dont la dégradation du couvert végétal remonte à fort longtemps. Le pédoclimat, de même que l'équilibre des complexes organo-minéraux furent affectés profondément par ce bouleversement si bien que la structure se dégrade également et, semble-t-il, de façon définitive. Cohésion, compaction, massivité augmentent rapidement en profondeur ce qui se traduit d'abord par un enracinement très modifié, d'où une gêne sérieuse, quand il s'agit de plantes cultivées. On ne sait encore quel est le déterminisme de ces modifications de la structure sous l'action de la disparition du couvert forestier original et de l'assèchement saisonnier du pédoclimat.

Par ailleurs, par relation de cause à effet, ou concomitamment à cette dégradation de la structure, la mobilité de l'argile et des hydroxydes de fer s'accroît dans les sols qui y sont soumis. Nous assistons, rapidement semble-t-il, à l'apparition d'horizons supérieurs appauvris en argile et ceux-ci sont souvent accompagnés d'horizons plus profonds, concrétionnés voire carapacés, sans toutefois qu'il soit possible de préciser la chronologie relative des deux phénomènes. La dégradation de ces sols est, bien entendu, accélérée par l'implantation humaine.

La question de savoir si la ferrallitisation est encore, au Togo, un processus actuel n'a pu recevoir jusqu'à ce jour, que des réponses contradictoires étant donné le manque d'études fondamentales relatives à cet aspect de l'évolution géochimique. Il est certes probable qu'elle s'effectue encore dans les zones les plus arrosées de la région montagneuse et de son piedmont. Sur l'ensemble de la pénéplaine, l'observation des sols couvrant les versants développés depuis probablement le début du quaternaire ne permet pas de supposer que la ferrallitisation ait pu apparaître au cours de cette ère. Nous avons, bien entendu, sur une portion parfois importante de l'amont des versants, des altérations ferrallitiques bien typées mais elles ne sont toujours que le prolongement de celles que nous avons sur les témoins de l'ancienne pédiplaine auxquels aboutissent ces

versants. Ces altérations sont donc vraisemblablement contemporaines de celles de la haute surface. Le façonnement des versants n'a pu aboutir qu'à leur troncature incomplète. Partout ailleurs, les zones d'altération ne sont aucunement de morphologie ferrallitique. Elles sont caractérisées par une argilification mixte à minéraux 1/1 et 2/1 : kaolinite et un certain pourcentage d'illite et / ou de montmorillonite ainsi que d'interstratifiées. D'autre part, la présence de minéraux primaires altérables est sensible dès une faible profondeur en dessous de l'horizon B de tous ces sols sur versants.

Si donc la ferrallitisation est encore un processus actuel sur certaines portions du socle, il faut certainement la rechercher dans les zones d'altération profonde affectant une proportion non négligeable de chacun des témoins de l'ancienne pédiplaine. Etant donné, les caractéristiques topographiques et du couvert végétal, le bilan des mouvements de l'eau précipitée favorise certainement la percolation d'une importante tranche d'eau. Celle-ci vient alimenter la zone d'altération de la roche-mère sous-jacente. Il s'agirait, en définitive, d'un phénomène d'hystérésis. N. LENEUF (1959) a calculé pour des pluviométries comprises entre 1300 et 1500 mm, c'est à dire du même ordre que celles de la région qui nous intéresse, que 53.000 à 192.000 années seraient nécessaires pour que la ferrallitisation transforme complètement un granite calco-alcalin sur 1 mètre d'épaisseur. Or, au vu des puits creusés un peu partout, les profondeurs d'altération atteignent souvent 20 mètres sur les témoins de cette ancienne pédiplaine togolaise. Si nous prenons la moyenne des estimations de N. LENEUF à savoir 120.000 années pour 1 mètre, on peut donc avancer une durée de 2,4 millions d'années pour la ferrallitisation de cette haute surface. Autrement dit le début du phénomène y remonte, au moins, à la fin du Tertiaire. Il est vraisemblable qu'à une certaine époque, avant les événements géomorphologiques du quaternaire, la ferrallitisation intéressait toute la pédiplaine granito-gneissique. Elle est aussi, probablement, à l'origine, du moins partielle, des matériaux du Continental Terminal, d'âge tertiaire. En ce sens, cette altération géochimique très poussée remontrait donc à beaucoup plus de 2 millions d'années.

On peut se demander, cependant si la ferrallitisation couvrirait absolument toute l'ancienne pédiplaine, ou du moins d'une façon égale. En effet, sous certains témoins, la profondeur de l'altération "plonge" en altitude absolue. Ce fait ne traduirait-il pas un certain contrôle lithologique ou structural, tectonique sous ces zones?

3.1.3. La ferruginisation.

Il n'existe pas, à proprement parler, d'altération typique des sols ferrugineux tropicaux. Ceux-ci peuvent en effet se développer en polyphasage ou non, sur des matériaux très divers, d'origine ferrallitique ou à l'inverse sur des matériaux riches en minéraux primaires altérables et/ou des argiles de type 2/1, montmorillonitiques bien souvent. Autrement dit, si l'on peut sur le terrain, reconnaître sans hésitation un horizon C ferrallitique, on ne peut diagnostiquer de C ferrugineux. La pédogenèse de ces sols n'est donc typique que dans les horizons A et B. Elle aboutit (G. AUBERT, 1965) à " des sols riches en sesquioxydes de fer individualisés répartis sur l'ensemble du profil ou, le plus souvent, accumulés dans ses horizons inférieurs. Ces sols sont caractérisés par leur couleur rouge, rouille ou ocre et, souvent, par leur richesse en concrétions réparties sur une assez grande épaisseur. Leurs minéraux argileux comprennent de l'illite en plus de la kaolinite. Ils ne comportent pas d'alumine libre. Leur complexe adorbant n'est que faiblement désaturé (S/T supérieur à 40%). Leur structure est fréquemment dégradée en surface ; la compacité y est alors élevée."

Si nous reprenons l'ensemble de ces caractéristiques, qui correspond par ailleurs à une notion bien individualisée sur le terrain et sur laquelle la plupart des pédologues se mettent finalement rapidement d'accord, il faut convenir que par rapport aux sols ferrallitiques et en particulier ceux de la sous-classe des faiblement désaturés, les critères de différenciation sont assez peu nombreux et parfois peu accessibles à l'observation :

- absence d'alumine libre
- accessoirement : présence de concrétions (mais les sols ferrallitiques en renferment souvent)
- structure dégradée en surface.

Quoiqu'il en soit, si le passage entre les horizons successifs sont graduels dans un sol ferrallitique, le profil des sols ferrugineux est au contraire très différencié. Dans ces derniers, le matériau originel subit, le plus souvent, sinon des transformations géochimiques, du moins des modifications morphologiques importantes quand il est livré à la pédogenèse des horizons supérieurs A et B. Couleur, granulométrie, structure sont extrêmement différenciées d'un horizon à l'autre et traduisent des processus de redistribution de l'argile et des hydroxydes de fer soit à l'intérieur des horizons, soit à l'échelle du profil, voire de toposéquences entières.

En définitive, ces sols ferrugineux tropicaux se distinguent des sols ferrallitiques par un ensemble de processus aisément reconnaissables sur le terrain : modification de la couleur par éclaircissement vers les teintes jaunes, beiges et souvent par des processus d'hydromorphie caractérisés ; lessivage-appauvrissement de l'argile des horizons supérieurs, pouvant parfois affecter le profil sur une très grande épaisseur ; mobilité des

hydroxydes de fer pouvant parfois être très complète et se réaliser sur des distances verticales et latérales très importantes. Cette mobilité peut donner lieu, dans le paysage à des concentrations ou des accumulations intenses : concrétions, carapace ou cuirasse. Quand l'ensemble de ces caractères n'est pas réuni, le diagnostic peut être difficile et il faut bien dire que souvent, on a recours à l'observation des zones d'altération, qui permet soit de rattacher les sols en question à la classe ferrallitique, soit de les en exclure. Dans ce dernier cas, la démarche n'est évidemment que négative.

La majorité des sols du socle (environ les trois quarts) procède d'une pédogenèse du type ferrugineux tropical. Nous sommes, ici, semble-t-il dans les conditions idéales pour qu'elle s'effectue : pluviométrie ne dépassant pas 1300 mm en général mais suffisante pour une évolution géochimique assez poussée des minéraux primaires ; contraste accentué entre saisons sèches et pluvieuses facilitant l'apparition de phénomènes d'hydromorphie ; roches-mères en moyenne suffisamment acides, suffisamment riches en quartz, et permettant des redistributions d'éléments ; topographie assez molle, permettant des engorgements prolongés, empêchant du moins sous couvert végétal naturel pas trop dégradé, une érosion suffisante pour que le bilan du développement du profil soit orienté en faveur d'une évolution poussée des minéraux ainsi qu'en faveur de l'individualisation nette d'horizons.

La profondeur des sols jusqu'à la roche-mère encore assez cohérente, atteint souvent 4 mètres.

Les sols ferrugineux ne se sont vraisemblablement développés qu'après le début du quaternaire. Il est peu probable que certains se soient formés auparavant sur la pédiplaine tertiaire car ceux qu'on peut y observer y sont tous relativement minces et généralement peu typés. Ils sont pour la plupart, des stades de polyphasage, s'étant développés aux dépens de sols ferrallitiques.

Le domaine essentiel des sols ferrugineux est celui des versants.

Leur pédogenèse aboutit à des profils bien différenciés du type A1-A2 (ou A2g)-B (ou Rg) - BC-C.

3.1.4. L'hydromorphie.

Elle implique l'influence de l'engorgement temporaire ou permanent qui affecte tout ou partie des profils. Elle ralentit certains processus : évolution de la matière organique, lixiviation de certains éléments solubles, grâce à la concentration réalisée par le milieu. Elle peut également bloquer les déplacements de particules solides, colloïdales ou pseudo-solubles. Elle ralentit l'oxydation des minéraux ferri-fères, donc leur altération. Elle peut à l'inverse, accélérer certains processus : cheminement

ou diffusion d'éléments solubles soit par mouvement de la nappe, soit par évaporation de l'eau en contact des horizons supérieurs. Elle peut accélérer par le déficit d'oxygène que sa présence entraîne, la mise en mouvement de fer et de manganèse sous formes réduites puis leur dépôt par oxydation consécutive à l'évaporation ou au contact à l'air libre.

L'hydromorphie est donc un phénomène à multiples facettes dont le résultat définitif peut être fort différent selon le milieu sur lequel porte son action.

Elle affecte à divers degrés pratiquement tous les profils du socle. Même les sols ferrallitiques, les mieux drainés, présentent toujours en profondeur des signes d'hydromorphie sous forme de ségrégations ferrugineuses. Celles-ci peuvent se surimposer à un bariolage typique de l'altération propre à ces sols si bien qu'il est difficile d'évaluer l'ampleur du phénomène.

C'est évidemment dans les sols que nous classerons hydromorphes (parfois pour n'avoir pas su ou pas pu les rattacher à une autre pédogenèse plus déterminante) que les actions d'engorgement ou la présence d'une nappe stagnante ou en mouvement sont les plus spectaculaires. Ces sols sont fréquents sur le socle, surtout naturellement, dans les situations topographiques déprimées. Toutefois l'hydromorphie, de par l'existence d'une longue saison sèche et du profil des talwegs leur permettant un ressuyage rapide, n'y est que très rarement poussée jusqu'au stade de l'accumulation organique.

Nous n'avons en pratique, toujours à faire qu'à des sols hydromorphes minéraux.

Entre sols ferrallitiques (au pôle très drainant) et sols hydromorphes, se situent les sols ferrugineux tropicaux quant à l'impact de l'hydromorphie sur la pédogenèse. Les actions de mise en mouvement y prédominent souvent sur celles de blocage et aboutissent finalement à des différenciations accusées entre horizons et même entre profils d'une même toposéquence. Leur situation sur les versants et leurs matériaux originels dans l'ensemble riches en sables quartzeux donc filtrants, se prêtent fort bien à cette dynamique.

En dehors des sols ferrugineux et des horizons ferrallitiques profonds, l'hydromorphie affecte les vertisols (dans lesquels prédominent les actions de confinement), les rares sols bruns eutrophes ainsi que les quelques sols halomorphes (solonetz plus ou moins solodisés). Dans ces derniers, également, l'hydromorphie aboutit à des actions de blocage et de confinement.

3.1.5. Lessivage et appauvrissement.

Le lessivage est défini comme un entraînement sans forme colloïdale ou plutôt finement cristalline des minéraux argileux et/ou des hydroxydes de fer. En règle générale, dans cette notion sont impliqués deux processus. Le premier aboutit à la diminution du taux d'argile et/ou de fer des horizons supérieurs qui deviennent éluviés. Le second, corrélatif, consiste en une accumulation des matériaux ainsi entraînés, dans des horizons plus profonds (horizons illuviés, B). Quand l'entraînement s'effectue hors des profils intéressés, par circulation latérale, sans accumulation "verticale", nous aboutissons au phénomène d'appauvrissement. Celui-ci peut être particulièrement intense et profond. En effet, le lessivage s'impose de lui-même, une limite par le colmatage qu'il réalise le plus souvent à une profondeur restreinte. L'appauvrissement n'aboutissant à rien de tel peut, alors, arriver à intéresser le profil entier jusqu'à l'horizon d'altération pour ne laisser que des éléments grossiers "emballés" dans une matrice uniquement sableuse. Nous avons alors des profils de texture extrêmement grossière, à structure particulière, généralement de cohésion faible ou nulle. Ce sont des profils "boulants". La limite d'action de cet appauvrissement, en profondeur, est souvent très tranchée. Parfois, il peut succéder à une phase de lessivage. Il aboutit, en ce cas, à une troncature de l'horizon B, un horizon A se développant aux dépens du premier, avec un passage assez rapide, parfois brusque entre les deux.

Lessivage ainsi qu'appauvrissement sont, selon toute vraisemblance, favorisés, aussi bien en intensité qu'en puissance, par des roches-mères leucocrates. L'appauvrissement est, d'autre part, d'autant plus complet que les feldspaths sont moins rapidement altérables et ne permettent qu'une argilification ralentie (orthose, microcline). Le peu d'argile formée en un temps donné est d'autant plus facilement entraîné.

Il est relativement facile, sur le terrain, de diagnostiquer le phénomène d'appauvrissement quand il intéresse tous les horizons sus-jacents à une arène. Quand les horizons intermédiaires renferment un certain pourcentage d'argile, il n'est guère aisé sur le terrain, en l'absence de toute trace de cutanes d'illuviation, de faire la part entre divers processus : appauvrissement, lessivage, remaniements et colluvionnement sableux des horizons A. Un pourcentage maximum d'argile en profondeur ne signifie nullement, à priori, une illuviation. Seules, des données d'analyse totale des principaux éléments, accompagnées d'observations micromorphologiques et de données granulométriques permettent de trancher.

On ne connaît pas encore le déterminisme du lessivage ainsi que celui de l'appauvrissement. Peut-être, ces deux phénomènes se résument-ils en un simple déplacement des particules les plus fines, sans implication de phénomènes physico-chimiques. Leur universalité plaide, semble-t-il pour

cette hypothèse. Il ne faut pas perdre de vue, cependant, que des actions chimiques tant sur les hydroxydes de fer que sur la matière organique, susceptibles d'agréger les particules minérales, peuvent sensibiliser celles-ci à leur déplacement. La désaturation du complexe (ou bien la saturation en ions Na, faisant apparaître une réaction alcaline) ainsi que la formation de produits organiques dispersant, entrent très probablement souvent en ligne de compte.

Au Togo, pratiquement tous les sols présentent des horizons supérieurs pauvres ou même le plus souvent très pauvres en argile. Ceci est particulièrement net pour les sols ferrugineux dans certains desquels la matrice est purement sableuse jusqu'à l'horizon C. La plupart d'entre eux procède, selon les données analytiques, du seul appauvrissement, mais nous pouvons parfois noter un certain lessivage, très partiel en réalité. Les revêtements argileux, dans les horizons de profondeur, sont très rares. Il faut certainement voir, par là, la conséquence des remaniements intenses dont sont ou bien ont été affectés tous les sols.

3.1.6. Lixiviation.

C'est le phénomène d'exportation hors du profil des éléments solubles, soit au niveau des zones d'altération, soit à celui des horizons sous-jacents. Il porte essentiellement sur les bases et la silice des silicates, très accessoirement sur les autres éléments : fer, aluminium et silice du quartz. Il contribue pour une part essentielle à l'appauvrissement chimique des sols et affecte à divers degrés, tous les grands groupes de la classification. Limitée dans les vertisols, sols bruns eutrophes, certains sols halomorphes et hydromorphes, c'est dans les sols ferrugineux et ferrallitiques que la lixiviation prend le plus d'ampleur. Les horizons A-2 des sols ferrugineux tropicaux lessivés dans lesquels se combinent lixiviation et lessivage-appauvrissement peuvent voir leur teneur en éléments solubles (ou solubilisables) s'abaisser à des valeurs négligeables. La somme des bases échangeables, en particulier, peut y être inférieure à 2 milliéquivalents %.

3.1.7. Induration.

Les très sévères alternances de dessiccation et d'humidité des profils, les fortes variations du potentiel redox ainsi que de la quantité des produits complexants issus de l'évolution de la matière organique sont des facteurs extrêmement propices à un déplacement accéléré des hydroxydes de fer libérés de la roche-mère. Leur mobilité en saison des pluies (abondance du vecteur eau, chute du potentiel redox, abondance de produits complexants procurés par la dégradation de la matière organique, possibilité d'actions microbiennes) est ainsi suivie, en saison sèche de leur immobilisation. Il s'ensuit une concentration des hydroxydes de fer, soit

à l'échelle des horizons, soit à celle des profils, soit encore à celle de toposéquences ou même du paysage. La limite du déplacement dépend de la facilité offerte par le matériau de transit ainsi que de l'existence de "pièges".

Nous aboutissons alors à des formes de concentration qui sont, dans la plupart des cas, indurées. Celles-ci peuvent être des concrétions (au sens large) ou bien des carapaces ou cuirasses quand la totalité des horizons intéressés est "figé".

Plusieurs cas sont à envisager quand on recherche l'origine des formations indurées. La présence de concrétions sensu lato peut procéder de quatre origines.

- elles peuvent être entièrement allochtones, c'est à dire n'entretenir aucun lien génétique avec le profil dans lequel on les observe. Elles ne sont alors que des formes de transport à partir de sols concrétionnés situés auparavant ou encore actuellement à l'amont. Elles peuvent être, également des produits de démantèlement d'une cuirasse ou carapace amont, ou même anciennement sus-jacente et disparue par suite de la "fonte" complète d'une certaine tranche de terrain.

- elles peuvent être développées par illuviation latérale, le long d'un versant, du fer issu de formations situées plus en amont et transporté sous forme complexée, chélatée ou pseudo-soluble. Leur lieu de formation est alors autochtone mais le fer qui les constitue est d'origine allochtone.

- elles peuvent être autochtones à l'échelle du profil, c'est à dire formées dans des horizons profonds à partir du fer lessivé des horizons supérieurs.

- elles peuvent, enfin, être des formes très localisées de redistribution du fer, les déplacements s'étant opérés à distance très réduite, par diffusion, au sein du même horizon. Ce sont des faciès autochtones stricts. Ceux-ci s'observent le plus souvent au sein d'horizons très argileux confinés, provenant de l'altération sur place des silicates du matériau originel. L'imperméabilité, la massivité de celui-ci exclut toute possibilité d'apport.

Il n'est guère facile, dans la plupart des cas, de préciser l'origine des concrétions. A mesure que la matrice évolue, même les formes les plus rigoureusement autochtones semblent de plus en plus étrangères à l'horizon dans lequel elles se trouvent.

Ce n'est qu'après de minutieuses observations que l'on peut à la rigueur trancher, ou du moins écarter les hypothèses les moins vraisemblables.

Il n'en reste pas moins que deux grandes opinions s'affrontent à ce sujet : allochtonie complète, l'origine étant le plus souvent recherchée dans le démantèlement de cuirasses ou dans l'illuviation de fer ou bien autochtonie, du moins à l'échelle du profil. Une étude consacrée à ce problème (LEVEQUE, 1970) a permis de reconnaître un développement autochtone dans la majorité des profils examinés.

Les concrétions sensu lato, ou plutôt les formes d'induration discontinue peuvent présenter divers faciès morphologiques : pseudoconcrétions (enrichissement en fer de fragments de roche-mère incomplètement "digérés" par l'altération), nodules (imprégnation "isotrope" d'une masse terreuse), concrétions (présentant des structures concentriques par apports successifs d'hydroxydes et des formes arrondies ou ovoïdes). Toutes les formes de transition entre ces trois grands types peuvent exister, sans compter des pseudomorphoses d'éléments cristallins de la roche-mère.

Il est évident que cuirasses et carapaces ne peuvent procéder d'un déplacement d'ensemble comme pour les concrétions. Toutefois, quand elles sont formées de pseudoconcrétions, concrétions ou nodules réunis par un ciment ferrugineux, une certaine restriction peut être apportée quant à leur développement autochtone. Leur autochtonie stricte est à rejeter car il est difficilement concevable qu'un horizon puisse se transformer en cuirasse ou carapace par simple redistribution interne. Ce phénomène nécessiterait, pour une telle accumulation relative, l'exportation d'une grande quantité de matériaux non ferrugineux, exportation qui serait vite bloquée par l'induration naissante. Un apport de fer est donc, dans la plupart des cas, nécessaire, soit en provenance des horizons supérieurs, soit originaire de sols ou matériaux situés en amont. Il est difficile de trancher entre ces deux dernières possibilités, sauf peut être, quand nous nous trouvons en présence de formations feuilletées traduisant des apports latéraux successifs.

La morphologie des cuirasses et carapaces est variable : massive, concrétionnaire, nodulaire, vacuolaire, etc.

Au Togo, en particulier sur le socle granito gneissique, l'induration du fer est, au même titre que l'appauvrissement en argile, un phénomène général et intense. Les cuirasses sont toutefois assez rares et limitées, en gros, aux témoins de l'ancienne pédiplaine les plus proches des Monts Togo. Certaines zones cuirassées sont évidemment visibles un peu partout, mais d'une façon très discontinue, sous forme de bandes parallèles aux courbes de niveaux sur un peu tous les versants, mais plus fréquemment dans le nord que dans le sud de la pénéplaine.

Les carapaces sont plus fréquentes, mais ne sont généralement, que des formes d'induration peu poussée d'un emballage ou d'une matrice "noyant" un fort pourcentage de concrétions ou nodules. La majorité d'entre elles se délite quand on soumet leurs échantillons à l'immersion.

Le ciment de ces carapaces est assez peu riche en hydroxydes de fer, n'atteignant parfois pas la moitié du pourcentage de cet élément dans les concrétions ou nodules. Le carapacement ne se présente donc fréquemment que comme la conséquence d'un développement d'un réseau ferrugineux plus ou moins cristallin et cohérent et ne reflète pas nécessairement une plus grande richesse en fer par rapport aux formations seulement concrétionnées. En saison sèche, il est parfois difficile de distinguer carapacement et concrétionnement intense.

En définitive, le concrétionnement est la principale forme d'induration sur la pénéplaine granito-gneissique. Il est omniprésent et intéresse à divers degrés tous les grands groupes de sols. Il se développe aussi bien dans certains vertisols que dans les sols ferrallitiques mais c'est dans les sols ferrugineux qu'il est le plus intense et le plus puissant. Combiné à l'appauvrissement, en argile (facilité d'ailleurs par le développement d'une texture plus grossière qu'entraîne cette forme d'induration) il aboutit à transformer certaines parties de profils en un assemblage de concrétions et de sables quartzeux. Ces sols, chimiquement et physiquement très pauvres sont malheureusement extrêmement fréquents.

3.1.8. Remaniements.

Ils constituent un phénomène également très général, peut être encore plus que tous les autres processus pédogénétiques. Ils se reconnaissent à peu près partout, en toute position topogéomorphologique, sur toute formation pédologique, sous tout couvert végétal, grâce à la présence d'une nappe de gravats plus ou moins épaisse et continue. Elle souligne le passage, souvent brutal entre les horizons sus-jacents remaniés et ceux qui sont en place. Quand elle n'existe pas, ce qui est rare, il est difficile, sur le terrain de reconnaître l'existence d'horizons remaniés, à moins que la texture de leurs sables quartzeux soit d'évidence étrangère au développement normal autochtone d'un sol à partir du matériau sous-jacent. Il est donc nécessaire, en cas d'absence de cette nappe de gravats, de recourir à une analyse granulométrique fine, avant de se prononcer. Mais remaniement ne signifie nullement transport, à priori. Qu'un déplacement de matériau ait affecté les versants, et même les témoins de l'ancienne pédiplaine est l'évidence, mais il est non moins évident que ce déplacement a abouti, en fait à l'exportation, hors du paysage, de tous ou pratiquement tous les matériaux impliqués. Tout le problème est celui des apports locaux auxquels ils ont donné lieu avant l'exportation définitive inéluctable par le réseau hydrographique. La seule analyse granulométrique des sables est alors, le plus souvent, impuissante à le résoudre.

En effet, la granulométrie des minéraux résistants (quartz en particulier) des roches dérivées de formations sédimentaires, du moins à l'échelle de l'unité géomorphologique que réalise un versant, se révèle assez uniforme pour ce socle. Il est donc indispensable de recourir à plusieurs techniques:

morphoscopie des sables, étude de la répartition des minéraux lourds, examen du "profil" des pourcentages des divers éléments principaux en fonction de la profondeur, surtout au passage, le plus souvent très rapide, du groupe d'horizons remaniés à ceux qui ne le sont pas. Le problème est loin d'être simple, d'autant plus que l'activité biologique (animale ou végétale) tend à effacer les traces d'apport, par homogénéisation et ce n'est guère au cours des prospections systématiques nécessaires à la cartographie en 1/200.000 que l'on peut trancher sur le seul terrain. Il n'en reste pas moins (LEVEQUE, 1969) que la plupart des sols, même puissamment remaniés, procèdent, sur cette pénéplaine, d'un développement autochtone, sans apport sensible de matériaux à l'état figuré. Les seules exceptions notables qu'il est possible et même nécessaire de retenir pour la cartographie de ce socle sont des formations alluvio-colluviales des bas de pentes. La pédogenèse principale qui les affecte est celle de sols hydromorphes, étant donné leur position dans le paysage.

3.1.9. Processus Accessoires.

Ils peuvent se résumer à trois : ce sont l'alcalisation, la carbonatation et la brunification. Ils ne sont traités, ici, que pour mémoire et ne donneront lieu à aucun développement ultérieur dans cette étude.

3.1.9.1. Alcalisation.

Elle ne concerne que des sites très localisés, le plus souvent dans le domaine des bas de pente (phase géomorphogénétique la plus récente) sur certains gneiss riches en sodium ou microgranites et n'ayant pu donner lieu, en ces sites assez confinés, qu'à une pédogenèse relativement peu évoluée par rapport à l'ensemble de la pénéplaine.

Nous trouvons là, des sols à alcalis lessivés. Ce sont des solonetz (à structure de l'horizon B en colonnettes ou bien prismatique ou massive) dont certains évoluent par dégradation de l'argile dans un très mince horizon A2 blanchi, au contact du B. Le plus souvent, cette dégradation semble accélérée par l'action d'une nappe temporaire perchée qui s'installe à ce niveau. Ces sols, pour être assez ubiquistes au sud du 8ème parallèle, sur les bas de pentes, n'en présentent pas moins qu'une extension restreinte et discontinue. Assez souvent, d'autre part, l'analyse du complexe absorbant ne confirme pas le diagnostic morphologique que nous pouvons en faire : le pourcentage de saturation en ions alcalins de la capacité d'échange se trouve nettement inférieur à 15 dans le B.

Enfin, une certaine alcalisation du complexe, peut se développer dans certaines zones d'altération argileuses, très confinée de sols de divers grands groupes : hydromorphes, vertisols et parfois même ferrugineux.

3.1.9.2. Carbonatation.

Ce processus n'affecte également que les formations pédologiques des bas de pente, les plus récentes, riches en argiles 2/1 ou du moins en minéraux frais susceptibles, dans ce milieu confiné, d'engendrer ce type d'argiles. Il est nettement plus fréquent et d'extension locale plus importante, que le processus d'alcalisation. Tout comme lui il est très dépendant de la roche-mère et ce n'est que sur les plus calcaïques d'entre elles (pourcentage en calcium supérieur à 4%) que nous l'observons. Il affecte indistinctement les horizons des sols peu évolués sur argile d'altération plus ou moins vertique ; les horizons (B) de vertisols, de sols bruns eutrophes, de sols hydromorphes à gley, de solonetz et même la base du B ou du BC de certains sols ferrugineux développés à partir d'argile d'altération riche en minéraux argileux 2/1. Cette concentration de carbonates, le plus souvent sous forme de nodules, beaucoup plus rarement sous forme de pseudomécélium ou diffuse, jamais sous forme de croûte, n'affecte que les horizons confinés, très argileux; les possibilités d'apport latéraux sont très réduites dans un tel milieu. Il faut donc, semble-t-il ne voir dans cette concentration de calcaire que le résultat d'une diffusion centripète ou, à la rigueur, d'un lessivage des horizons sus-jacents. Le caractère secondaire, le peu d'extension ainsi que la discontinuité du phénomène empêchent de la traduire à l'échelle d'une cartographie au 1/200.000.

3.1.9.3. Brunification.

Elle n'affecte également que les formations riches en silice combinée et en bases (alcalino-terreuses) des bas de pentes. Elle consiste en la formation de complexes organo-minéraux dans lesquels le muil est la forme prédominante des acides humiques liés aux argiles. Ce sont, pour la plupart, des acides humiques gris dont les éléments de liaison avec les sites d'échange de la matière minérale sont le calcium et pour une moindre part, le fer. Elle donne naissance à des horizons Al assez riches en matière organique (jusqu'à 4-5% en moyenne) à rapport C/N bas (voisin de 10), dont la structure est généralement nuciforme assez fine, voire grumeleuse.

Tant qu'il est suffisamment alimenté par des incorporations à l'horizon Al de bases alcalino-terreuses et de fer, facilement accessibles grâce à la proximité des zones d'altération sous-jacentes, ce type de liaison est solide. Dès que le profil s'approfondit, ou bien n'est plus en équilibre avec l'ensemble végétation-conditions climatiques, les liaisons du complexe organo-minéral sont détruites. Un autre type d'humus plus labile se forme, qui finit

par déstabiliser la structure et permet ainsi une plus grande mobilité des éléments minéraux : hydroxydes de fer et argile. Nous passons alors à des formes dégradées dont la ferruginisation est la plus fréquente. Cette brunification caractérise, en climat tropical, un groupe de sols : les sols bruns eutrophes. Ceux-ci à la différence des sols bruns tempérés présentent des horizons (E) à structure plus grossière (polyédrique ou cubique) et sont marqués très souvent par une proportion sensible d'hydroxydes de fer libérés.

Ces sols bruns eutrophes, sous leurs différents sous-groupes (modal, hydromorphe-vertique, ferruginisé, peu évolué) ne représentent, en superficie, qu'une très faible proportion de la région étudiée (nettement moins de 1%). Ils sont cependant assez fréquents sur roches basiques, sous une extension réduite à quelques petites taches très éparées. Ils sont assez bien répartis sur l'ensemble de la pénéplaine, mais c'est dans l'extrême nord du Togo qu'ils sont les mieux représentés.

Une autre forme de brunification, encore assez peu reconnue, et en tout cas moins bien définie semble concerner certaines formations alluviales bien drainées : les bourrelets de berge de sables fins que l'on trouve le long des cours d'eau en voie d'incision : Mono, Ogou, Ofé, Nonkpoué, etc.). Le développement de cette brunification semble requérir un couvert végétal permettant une alimentation en matière organique abondante et rapidement transformable ; forêt galerie non dégradée. Un certain pourcentage de limons paraît nécessaire pour développer les complexes organo-minéraux ainsi formés.

3.1.10. Accumulation de la matière organique et son évolution.

Sous un couvert végétal aussi dégradé par l'homme, il est très difficile de se faire une idée de l'influence qui fut exercée par la matière organique sur les profils au cours de leur développement. Soulignons seulement que les taux de matière organique furent jusqu'à une période récente certainement plus élevés que ceux que nous relevons actuellement. L'observation des zones de savane mises en défens permet, en effet, de noter une production abondante de matière organique, tant par la strate herbacée que par le couvert arboré. Même pour des taux analogues à ceux que nous connaissons, l'ensemble des sols de ce socle dut être influencé jusqu'à nos jours, par une percolation, en définitive abondante de produits de décomposition de la matière organique.

Pour la période actuelle, les taux de matière organique sont, en général, partout très faibles ; ils ne dépassent que rarement 3% pour les 20 premiers centimètres de la très grande majorité des profils. Ils sont très faibles pour les régions cultivées depuis un certain temps : 0,4-0,5% de matière organique semble être un minimum rapidement atteint. Cette matière organique est en général bien ou assez bien évoluée. Les rapports C/N ne dépassent que

rarement 16. Encore faut-il tempérer la valeur diagnostique de ce rapport, par le fait qu'un certain pourcentage de carbone dérive en réalité des fragments de charbon de bois formé au cours des feux de brousse.

Le régime hydrique des sols de versants ne semble pas constituer un facteur très influent sur les teneurs ni même d'une façon sensible sur le type de produits organiques synthétisés tels qu'on peut les doser couramment en laboratoire sous forme des différents acides humiques et fulviques.

3.2. Principes de la classification des sols.

La classification des sols utilisée est celle du Professeur G.AUBERT dans sa version la plus récente (1965) et modifiée par la refonte complète en 1966 (G.AUBERT et P.SEGALEN) de celle des sols ferrallitiques.

En outre, fut retenue, pour cette présente étude, la notion d'appauvrissement dans les sols ferrugineux tropicaux, non pour en faire un groupe distinct tel que l'a établi la classification C.P.C.S. (1967) mais pour l'associer au lessivage jusqu'à lors seul retenu pour les déplacements d'argile dans la classification de G.AUBERT. Dans les unités de rang taxonomique inférieur au groupe, et toujours pour les sols ferrugineux, il fut précisé des faciès, ou même pratiquement des sous-faciès pour tenter de préciser lequel de ces deux processus : lessivage et appauvrissement était prédominant.

Rappelons les principes retenus par G.AUBERT pour mettre au point la classification française des sols :

La Classe : elle correspond à une communauté de caractères définissant un grand type d'évolution : par exemple la ferrallitisation, l'hydromorphie, etc. Ce type d'évolution est en général sous la dépendance d'un mode d'altération particulier des minéraux et d'une évolution caractéristique de la matière organique.

La Sous-Classe : elle traduit un certain pédoclimat, ou plutôt les variations que subissent les grands processus définissant la classe, sous l'influence des conditions différentes de pédoclimat. Elle fait entrer en ligne de compte les conditions physico-chimiques particulières pouvant modifier les grands caractères généraux d'évolution.

Le Groupe : il définit les variations morphologiques du profil, correspondant à des processus d'évolution, ceux-ci faisant apparaître des horizons caractéristiques tels que : horizons lessivés, horizon d'accumulation, etc. Les groupes peuvent être également différenciés par l'intensité d'un processus. Cette différenciation aboutit à des profils fortement individualisés.

Le Sous-Groupe : cette notion introduit à l'intérieur du groupe la possibilité pour le processus fondamental d'évolution de présenter une intensité variable ou bien l'apparition d'un processus secondaire aboutissant à des horizons fortement individualisés par des formations nouvelles : hydromorphie, induration, etc.

Le Faciès : cette unité taxonomique encore assez peu utilisée répond au besoin de traduire pour des études régionales, des intergrades entre deux sous-groupes ou bien des différences dans l'intensité des caractères de l'évolution à l'intérieur d'un sous-groupe.

La amille : elle définit les caractères pétrographiques et minéralogiques de la roche-mère ou du matériau originel qui en dérive, et à partir de laquelle ou duquel la pédogenèse s'effectue.

Classe, sous-classe et famille sont, dans la classification française, des notions génétiques, tandis que les concepts de groupe, sous-groupe et faciès donnent les bases morphologiques d'une interprétation plus précise des mécanismes aboutissant à la différenciation des profils en horizons caractéristiques.

Le travail de cartographie présenté, essaye de traduire en descendant dans la mesure du possible jusqu'à la notion de faciès, l'énorme diversité des combinaisons de facteurs de l'évolution des sols. Dans un tel milieu naturel, il eût, peut être, été préférable d'utiliser la notion d'association de sols mais celle-ci ne fut pas retenue. En effet, pour être utile à la compréhension de cette région, elle aurait dû être adaptée au degré de pédogenèse dominante dans chaque unité définie. Elle se serait ainsi éloignée de la synthétisation recherchée sans pouvoir préciser géographiquement l'extension des composantes. Pour cette raison, la notion d'association fut rejetée au profit d'unités homogènes tout en soulignant qu'elles ne peuvent correspondre, à cette échelle, qu'à une pédogenèse dominante mais non exclusive.

4. LES UNITES PEDOLOGIQUES.

N° de l'unité Page

4.1. TABLEAU DES SOLS.

Classe des sols minéraux brutsSous-Classe 2 des sols d'origine non climatiqueGroupe a : sols d'érosion ou squelettiques

- sous-groupe des lithosols

Familles : granites ou gneiss.....1	42
: quartzites2	42
: cuirasse affleurante.....3	43

Classe des sols peu évoluésSous-Classe 2 des sols d'origine non climatiqueGroupe a des sols peu évolués d'érosion

- Sous-groupe des sols lithiques

Familles : roches basiques.....4	45
: quartzites, micaschistes ou gneiss.....5	46

Sous-groupe des sols régiques

- Faciès : verticale de profondeur

Famille : dans argile d'altération à caractères

montmorillonitiques de gneiss mésocrate

ou mélanocrates à amphiboles et/ou à

biotite.....6 51

- Faciès : à tendance ferrugineuse hydromorphe

appauvrie et concrétionnée.

Famille : dans argile d'altération à caractères

montmorillonitiques de gneiss mésocrates.....7 54

Groupe b des sols peu évolués d'apportSous-groupe hydromorphe à gley ou pseudo-gley.

- Faciès : plus ou moins appauvri et fortement
concrétionné en profondeur par action
de nappe.

Famille : dans complexe colluvial ou colluvio-

alluvial d'origine ferrallitique

(quartzites ou micaschistes à

muscovite).....8 56

- Classe des Vertisols et Paravertisols.

Sous-Classe 2 des Vertisols et Paravertisols
lithomorphes.

groupe non grumosolique

- Sous-groupe modal dérivé de roches basiques
(amphibolites, hornblendite..etc..)..... 9 58

Sous-groupe à caractères vertiques peu accentués
.....

- Faciès : de dégradation à tendance ferrugineuse à
lessivage -appauvrissement et concrétionne-
ment.

Famille : gneiss mésocrate à amphiboles et/ou à
biotite.....10 62

Classe des sols à sesquioxides de fer (et/ou de manganèse)

Sous-Classe des sols ferrugineux tropicaux.

Groupe des sols lessivés-(appauvris)

Sous-groupe des sols non ou peu concrétionné
.....

- Faciès peu profond des sols fortement appauvris dérivés
d'arène de gneiss leucocrate ou d'altération finement sablo-
argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite..... 11 68

- Faciès profond, très fortement appauvri, dérivé d'arène de
gneiss leucocrates..... 11-a 71

- Faciès peu profond, fortement appauvri, dérivé d'altération
riche en argiles 2/1 de micaschistes à muscovite ou de gneiss.. 12 74

- Faciès peu profond, moyennement lessivé-appauvri dérivé d'al-
térations riches en argiles 2/1 de gneiss ou de micaschistes
à muscovite..... 13 78

- Faciès peu profond, moyennement appauvri dans altération kao-
linique plus ou moins hydromorphe de micaschistes à muscovite.. 14 78

Sous-groupe des sols à concrétions
.....

- Faciès peu profond, dérivé d'altération riche en argiles 2/1
de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite..... 15 83

- Faciès peu profond dérivé d'altération finement sablo-argilo-
limoneuse de micaschistes à muscovite, ou d'altération aré-
niforme de gneiss leucocrate..... 16 86

- Faciès profond, fortement appauvri, dérivé d'arène de gneiss leucocrate ou d'altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite.....	17	87
- Faciès profond, fortement appauvri et fortement concrétionné, dérivé d'altération riche en argiles 2/1 de gneiss leucocrates à mésocrates ou bien de micaschistes.....	17 a 90	
- Faciès profond à lessivage-appauvrissement moyennement profond dérivé d'altération souvent riche en argiles 2/1 de gneiss (à deux micas, à amphibole et/ou biotite) ou de micaschistes à muscovite..	18	91
- Faciès profond; lessivage-appauvrissement moyennement profond dans altération ferrallitique à kaolinite très dominante, de gneiss à amphibole et/ou biotite, ou de micaschistes à muscovite.....	19	94
- Faciès profond à lessivage-appauvrissement profond, les autres caractères étant identiques à ceux de la précédente unité.....	19 a	98
Sous-groupe à hydromorphie		
- Faciès peu profond à fort concrétionnement, dans altération riche en argiles 2/1 de gneiss (à amphibole et/ou biotite ou bien à deux micas) ou de micaschistes à muscovite.....	20	101
- Faciès profond, à fort concrétionnement		
{ Famille des sols dérivés d'altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite.....	21	104
{ Famille des sols dérivés d'altération riche en argiles 2/1 de gneiss leucocrates à mésocrates ou de micaschistes à muscovite.....	22	107
{ Famille des sols dérivés d'altération kaolinique de gneiss ou de micaschistes à muscovite.....	23	110
- Faciès profond à induration de profondeur, dérivé de matériaux indéterminés.....	24	111
- Faciès profond non ou peu concrétionné, dérivé de matériaux divers	25	111
- Faciès à induration de faible ou moyenne profondeur, dérivé de matériaux indéterminés.....	26	115
- Faciès profond, fortement appauvri, à fort concrétionnement, dérivé de matériaux riches en argile 2/1, d'altération de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite.....	27	115

Sous-groupe induré (à carapace ou cuirasse)
.....

- Faciès modal, à induration débutant à une assez grande profondeur.

Famille de sols dérivés d'altération ferrallitique à kaolinite dominante ou d'altération koalinique plus ou moins hydromorphe, de roches-mères indéterminées.....

28 119

Famille de sols dérivés d'altération à minéraux argileux

2/1 de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite..... 29 119

- Faciès d'érosion plus ou moins ancienne

Famille de sols dérivés d'altération ferrallitique à kaolinite dominante ou d'altération koalinique plus ou moins hydromorphe, de roches-mères indéterminées.....

30 119

Famille de sols dérivés d'altération à minéraux argileux 2/1

de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite..... 31 119

Classe des sols ferrallitiques

Sous-Classes des sols faiblement et moyennement désaturés en B.

Groupe 1 : typique. -

Sous-groupe modal
.....

- Faciès concrétionné, dérivé de gneiss divers.....32 123
- Faciès peu concrétionné, dérivé de micaschistes à muscovite ou de quartzites..... 33 127

Groupe 2 : des sols appauvris.

Sous-groupe modal
.....

- Faciès moyennement concrétionné, dérivé de gneiss ou de micaschistes à muscovite..... 34 132

sous-groupe induré
.....

- Faciès d'induration d'assez grande profondeur, dérivé de roches-mères indéterminées..... 35 135
- Faciès d'induration de moyenne ou faible profondeur..... 36 135

Groupe 3 : des sols remaniés.

Sous-groupe modal
.....

- Faciès d'évolution superficielle en sols ferrugineux lessivés-appauvris et plus ou moins concrétionnés, dérivés de gneiss ou micaschistes..... 37 137

Groupe 4 : des sols rajeunis ou pénévolués

Sous-groupe des sols érodés et remaniés

- Famille des sols dérivés de micaschistes à muscovite
ou de quartzites.....38 142
- Famille des sols dérivés de gneiss divers, le plus souvent
mésocrates.....39 142

Classe des sols hydromorphes

Sous-classe des sols minéraux ou peu humifères

groupe des sols à gley

- Famille : dans complexes colluvio-alluviaux, dérivés
de gneiss ou de micaschistes à muscovite40 147

Groupe des sols à pseudo-gley

- Famille : dans complexes colluvio-alluviaux dérivés
de gneiss ou de micaschistes..... 41 150

4.2. CARACTERISTIQUES DES UNITES CARTOGRAPHIEES.

4.2.1. LES SOLS MINERAUX BRUTS.

Ils ne sont représentés, ici, que par la sous-classe d'origine non climatique, c'est à dire correspondant à des climats ni trop secs ni trop froids, permettant par ailleurs des pédogenèses plus évoluées. Seul le groupe d'érosion a été reconnu. La région est, en effet, soumise depuis au moins le début du Quaternaire, à une dominance de cycles d'érosion n'ayant pratiquement pas laissé place à des alluvionnements ou colluvionnements sensibles.

En outre, les lithosols constituent le seul sous-groupe possible, les roches-mères à propriétés physiques permettant l'enracinement n'existant pas.

- Les lithosols les plus typiques se trouvent sur les inselbergs de gneiss ou de granites dont la plupart et les principaux s'alignent selon la direction générale SSO-NNE. Le plus remarquable d'entre eux est celui de Glito (à l'est d'Atakpamé), d'une hauteur de commandement de 200 mètres. Il est développé sur un granite calco-alcalin migmatitique. Il faut souligner également la fréquence de ces formes d'érosion entre les parallèles $7^{\circ}45'$ et $3^{\circ}15'$ dans l'EST-MONO, à proximité de la frontière d'ahoméenne. Mis à part celui de Glito et certains, de plus petite taille, situés à latitude de Tchetti, développés eux aussi sur granites calco-alcalins (à deux micas, porphyroïdes) tous les autres inselbergs procèdent de la mise à nu de gneiss et surtout d'embranchites (embranchites de gneiss à deux micas ou à biotite).

Ces lithosols sur inselbergs se groupent en une unité cartographique (N°1) relativement pure et ne se présentent, en fait que sous forme d'affleurements de roche nue. Celle-ci réalise un pédoclimat sec, d'autant plus que les déclivités sont extrêmement fortes et ne permettent donc pas la stagnation des eaux de pluie. La roche fut ainsi mise à nu vraisemblablement au cours d'une phase d'érosion différentielle sous un contrôle plus structural et hydrologique que lithologique. En effet, le type pétrographique ou minéralogique de ces inselbergs n'apparaît pas sensiblement différent de celui de l'ensemble de la pénéplaine environnante. Par impossibilité pour un manteau d'altération d'y subsister (fortes déclivités ainsi qu'absence d'alternances de températures suffisantes pour la désagrégation) ces formes vives se sont ainsi auto-immunisées. Elles ont échappé pratiquement à toute altération ultérieure dès le moment où elles ont, en quelque sorte "émergé" du reste du socle en voie d'altération.

A ces lithosols sur inselbergs sont associés par place, dans les zones les moins pentues, quelques sols lithiques et rankers tropicaux. Ces derniers se présentent sous la forme d'une accumulation organique accompagnée de quelques débris (graviers et sables) de la roche-mère sous-jacente.

Les lithosols sur quartzites (unité cartographique n°2) couvrent de petits chaînons allongés parallèlement aux Monts Togo, proches de ceux-ci. Ces reliefs ne sont pas à confondre avec les inselbergs. Ils procèdent de l'érosion

différentielle de la série atacorienne qui comprend, en outre, d'importantes assises de micaschistes à muscovite. Ces petits chaînons de quartzites subsistent principalement au nord de Sokodé ainsi que parallèlement à la faille délimitant les Monts Togo au sud-ouest d'Atakpamé. Leur hauteur de commandement est très généralement inférieure à 100 mètres, sauf pour les deux plus importants d'entre eux, au nord de Sokodé, qui atteignent 250 mètres environ.

Cette unité cartographique est moins pure que la précédente et l'association avec des sols lithiques est plus fréquente. La cause en réside dans le fait que la résistance et/ou la composition de ces quartzites sont assez variables d'où la mise en relief de multiples petites crêtes intermédiaires permettant aux produits de désagrégation de s'accumuler entre elles ou même sur de petits replats. Dans cette couche de débris, une certaine évolution pédologique peut s'installer. Les rankers tropicaux sont, sinon absents du moins très rares. Ces quartzites se révèlent moins impénétrables aux racines que les embréchites, gneiss ou granites des inselbergs et les sols bruts d'érosion qui en dérivent sont parfois des intergrades vers des régosols.

Le pied de ces inselbergs et massifs de quartzites est souvent bordé d'une frange assez mince de sols peu évolués d'apport colluvial quartzo-sableux à hydromorphie de gley ou de pseudogley de profondeur et fortement teintés dans les 30 premiers centimètres par une matière organique relativement abondante, mais, semble-t-il assez peu évoluée.

Enfin, constituant la dernière famille de ce sous-groupe, les lithosols sur cuirasse affleurante (unité cartographique n°3) sont localisés dans l'extrême nord de la région étudiée. Ils y apparaissent sous forme de bandes plus ou moins contournées et festonnées en bordure de vastes témoins de l'ancienne pédiplaine. Ceux-ci sont affectés dans leur ensemble, d'une ferrallitisation assez poussée et par un cuirassement de plus ou moins grande profondeur. Cette mise à nu de la cuirasse est, selon toute vraisemblance, contemporaine à la grande phase d'érosion qui a façonné les versants de la pénéplaine.

A ces lithosols sur cuirasse affleurante sont associés fréquemment des sols lithiques dont l'épaisseur peut atteindre 20 à 25 centimètres. Ils offrent le profil moyen suivant :

0-3 cm : brun-rouge assez foncé, assez finement sableux à sablo-argileux. Assez nombreux nodules plus ou moins arrondis et concrétions d'assez petite taille, à patine foncée et de couleur brune ou rougeâtre sombre. Structure particulière à très finement grumeleuse fragile; cohésion nulle, chevelu racinaire relativement abondant; passage rapide à l'horizon sous-jacent.

3-20 cm : très forte concentration d'éléments ferrugineux indurés identiques aux précédents, mais de taille plus grande (pouvant atteindre plusieurs centimètres) et accompagnés de fragments de cuirasse à contours plus ou moins arrondis et de quelques cailloux de quartz souvent émoussés pouvant atteindre 3 à 4 centimètres. Le peu de terre fine est rouge sombre à rouge-brun, sablo-argileux, à structure très finement muciforme ou grenue assez solide, cohésion d'ensemble : faible, quelques racines de taille moyenne; passage très rapide quoiqu'irrégulier, à la cuirasse sous-jacente d'aspect vacuolaire ou massif.

Vers l'aval, c'est à dire en direction des axes de drainage, ces lithosols et sols lithiques sur cuirasse passent rapidement par une corniche d'érosion, à des sols ferrugineux plus ou moins carapacés, développés, dans une altération ferrallitique ou, plus fréquemment, kaolinique plus ou moins hydromorphe. Vers l'amont, en direction du centre de ces témoins de l'ancienne pédiplaine, ils passent d'une façon très irrégulière, aux sols ferrallitiques appauvris, indurés à cuirasse assez continue.

- Possibilités d'utilisation de ces sols. Elles sont très restreintes. La seule façon d'en tirer, dans un avenir très lointain, un certain revenu, est de mettre en défens toutes ces zones de lithosols afin que puisse se constituer un certain couvert végétal seul capable d'y faire démarrer une évolution en sols plus profonds.

4.2.2. LES SOLS PEU EVOLUES.

De même que pour les sols minéraux bruts, leur existence procède des seuls facteurs topographiques, les caractéristiques climatiques n'ayant que peu d'effet, du moins direct, sur leur apparition. Ils sont pratiquement tous, le résultat des phases d'érosion géologique subies par la pénéplaine au cours du quaternaire. Seuls, quelques sols peu évolués d'apport colluvial ou alluvio-colluvial se trouvent aux abords des Monts Togo mais sous une extension réduite et extrêmement discontinue.

- Groupe des sols d'érosion.

- Sous-Groupe des sols lithiques.

Ils couvrent certains petits massifs mis en relief par érosion différentielle du socle granito-gneissique. Leur extension est réduite. Les ensembles principaux sont épars et s'alignent en gros, toujours selon la direction structurale SSW-NNE parallèle aux Monts Togo : Mont Koronga constitué de micaschistes à muscovite plus ou moins feldspathisés et de paragneiss à deux micas au nord-est de Sokodé ; Monts Djabatacuré au sud-est de Sotouboua, constitués d'orthoamphibolopyroxénites passant soit à des roches voisines des gabbros, soit à des amphibolites ; chaînon des Monts Toutouto-Haïto-Loboto au sud-ouest d'Atakpané. Ces derniers sont constitués soit de quartzites avec intercalations de micaschistes à muscovite, soit de roches plus basiques (gneiss à biotite et amphibole) soit même d'orthoamphibolites (du groupe du Kabrais) accompagnées, pour les Monts Haïto, de quelques zones de serpentine. Les hauteurs de commandement peuvent atteindre quelques centaines de mètres (350 mètres environ pour le Mont Koronga). Les pentes sont très fortes (toujours nettement supérieures à 20°) et la végétation est fréquemment fort dégradée : savane arborée plus ou moins dense dans le nord, quelques îlots de forêt très secondarisée et savanes herbues arbustives dans le sud.

- - -

Famille des sols dérivés de roches basiques (unité cartographique n°4).

Exemple : profil n° L 2683.

LOCALISATION : sur la colline la plus méridionale du groupe de Djabatoré, à environ 10,400 Km au Sud-Sud-Est du Centre de Sotouboua ; latitude : 8°28'40'' Nord ; longitude : 0°59'34'' Est.

CLIMAT : tropical humide à semi-humide, soudano-guinéen, pluvio-métrie moyenne annuelle : 1250 mm environ.

SITE : au quart supérieur de la colline; pente : 33°, altitude : environ 440 m - versant rectiligne.

ROCHE-MERE : orthoamphibolo-pyroxénites du groupe du Kabrais.

VEGETATION : forêt assez basse, plus ou moins éclaircie par les feux de brousse.

SURFACE DU TERRAIN : nombreux affleurements de roche-mère entre lesquels le sol meuble se développe.

0 - 10

brun-rougeâtre foncé (5 YR 3/2 en sec); très humifère ; argileux (avec une proportion assez sensible de sables et de limons) ; éléments grossiers peu nombreux, représentés par des fragments plus ou moins gros (pouvant atteindre 20 cm) de roche-mère plus ou moins altérée, rubéfiés en surface, ainsi que par quelques petites concrétions rouges, assez tendres ; structure grumeleuse ; plastique à l'état humide ; très meuble ; assez nombreuses racines ; passage très progressif.

10 - 50

rouge-brun (5 YR 3/3 en sec); texture identique à celle de l'horizon sus-jacent ; éléments grossiers de plus en plus nombreux en profondeur, de nature identique à ceux de l'horizon supérieur, mais à surface moins fréquemment rubéfiée, les petites concrétions rouges, tendres disparaissant par ailleurs ; structure massive à polyédrique à nuciforme ; plastique à l'état humide ; assez nombreuses racines ; passage très progressif.

en dessous de 50

terre fine analogue à celle de l'horizon sus-jacent, se développant dans les fentes des rochers.

- - -

Famille des sols dérivés de roches acides : quartzites, micaschistes à muscovite ou gneiss (unité cartographique n°5).

Exemple : profil n° L 2741.

LOCALISATION : sur le versant N.O. de l'inselberg dominant Patala; latitude : 7°,46'40" Nord; longitude : 1°31'48" Est

CLIMAT : tropical humide, guinéen, du type baouléo-dahoméen-
pluviométrie moyenne annuelle : 1200 mm environ.

SITE : au deux tiers supérieurs du versant N.O. de l'inselberg de Patala ; pente : 25°; altitude : 240 m environ.

ROCHE-MÈRE : anatexite du groupe de Pira, de gneiss à biotite sans apport.

VEGETATION : savane arborée et arbustive assez claire.

SURFACE DU TERRAIN : nombreux affleurements de roche-mère saine.

0 - 18

brun assez foncé (10 YR 3/2-4/2 en sec) ; grossièrement sableux (avec une faible proportion d'argile) ; rares éléments grossiers, représentés par de petits fragments de roche-mère assez peu altérés, de petits ensembles feldspatho-quartziques ainsi que par quelques très petites concrétions rouge sombre, non ou peu patinées, de formes assez peu irrégulières ; structure grumeleuse ou finement nuciforme, fragile, à tendance particulière ; meuble ; nombreuses racines ; passage assez rapide.

18 - 35

brun-légèrement rougeâtre (7,5 YR 4/2 en sec); grossièrement sableux ; éléments grossiers sensiblement plus nombreux que dans l'horizon supérieur, mais de natures identiques (certains fragments de roche-mère étant très rubéfiés et quelques concrétions étant sensiblement plus grosses); particulière à massif ; meuble ; encore quelques racines; passage assez progressif et irrégulier.

en dessous de 35

très nombreux blocs et fragments de roche-mère entre lesquels se développe une arène grossièrement sableuse, beige soutenu, comprenant de nombreux ensembles quartzo-feldspathiques.

profil n° L 2683

Prélèvement n°	A	B
Profondeur minim. (cm)	0	30
Profondeur maxim (cm)	10	50
Elements Grossiers %	20,51	28,38
ANALYSE GRANULOMETRIQUE		
Argile %	39,75	39,50
Limon fin %	16,50	11,00
Limon grossier %	5,40	6,60
Sable fin %	12,85	14,00
Sable grossier %	14,90	21,60
Matière Organique totale %	93,09	20,31
Carbone Organique ‰	54,12	11,81
Azote ‰	3,76	0,09
C/N	14,39	13,26
Matières Humiques totales C %	11,25	1,80
Acides Humiques C ‰	3,60	0,55
COMPLEXE D'ECHANGE ‰		
Ca m.e. %	31,44	11,02
Mg m.e. %	6,81	5,63
K m.e. %	0,46	0,09
Na m.e. %	0,17	0,05
S m.e. %	38,88	16,88
T m.e. %	30,69	23,08
S/T %	saturé	73,14
pH eau	7,30	6,30
pH KCl	6,85	6,00
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	2,12	1,72
P ₂ O ₅ assimilable (trauc) ‰	0,05	Traces
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %		-
Fe ₂ O ₃ libre (methode DEF) %		9,48
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %		
ATTAQUE TRIACIDE		
Residu quartzeux %		17,58
SiO ₂ combinée %		28,30
Al ₂ O ₃ %		32,17
Fe ₂ O ₃ %		15,29
TiO ₂ %		1,93
CaO %		2,10
MgO %		1,52
Na ₂ O %		0,13
K ₂ O %		0,07
P ₂ O ₅ %		0,15
MnO %		0,20
Perte au Feu %		11,00
Rapp. molec. SiO ₂ /Al ₂ O ₃		2,16

profil n° 2741

Prélèvement n°	A	B	
Profondeur minim. (cm)	0	27	
Profondeur maxim. (cm)	13	35	
Eléments Grossiers %	7,43	20,58	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE			
Argile %	13,00	9,25	
Limon fin %	6,75	4,25	
Limon grossier %	5,14	22,65	
Sable fin %	20,25	22,65	
Sable grossier %	49,00	56,75	
Matière Organique totale %	48,04	20,14	
Carbone Organique ‰	27,93	11,71	
Azote ‰	1,66	0,75	
C / N	16,83	15,61	
Matières Humiques totales C %	5,81	2,37	
Acides Humiques C %	3,60	1,21	
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰			
Ca m.e. %	9,44	2,74	
Mg m.e. %	2,72	0,85	
K m.e. %	0,33	0,17	
Na m.e. %	0,07	0,04	
S m.e. %	12,56	3,80	
T m.e. %	18,36	9,50	
S/T %	66,24	40,00	
pH eau	6,25	5,70	
pH KCl	5,35	5,10	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,35	0,57	
P ₂ O ₅ assimilable (TAUOG) ‰	0,08	0,13	
Fe ₂ O ₃ total (à l'aide HCl) %	5,07	-	
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	2,77	2,83	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	54,63		
ATTAQUE TRIACIDE			
Résidu quartzeux %		64,01	
SiO ₂ combinée %		14,23	
Al ₂ O ₃ %		8,05	
Fe ₂ O ₃ %		6,24	
TiO ₂ %		0,84	
CaO %		0,93	
H ₂ O %		1,38	
Na ₂ O %		0,04	
K ₂ O %		1,16	
P ₂ O ₅ %		0,05	
MnO %		0,09	
Perte au Feu %		4,34	
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		3,00	

Caractères généraux des sols lithiques.

Leur drainage est toujours assuré d'une façon parfaite. Les raisons en sont les caractéristiques topographiques (drainage externe) et leur évolution propre (présence de nombreux éléments grossiers, minceur du sol, fragmentation de la roche-mère sous-jacente, caractéristiques texturales-richesse en sables- ou structurales). Les couleurs sont le plus souvent vives, allant du brun au rouge selon la richesse en sesquioxydes de fer, dépendante de la roche-mère. Mis à part le taux de fragments de la roche-mère et la plus ou moins grande profondeur de l'incorporation de la matière organique, leur profil ne présente guère de différenciations importantes. Il est du type Al-C parfois du type Al - (B) - C pour les plus évolués d'entre eux. Les taux de matière organique sont relativement élevés : respectivement de 9,31% et 4,80% dans les 12 premiers centimètres pour les deux exemples cités. Ce sont là des valeurs dépassant nettement la moyenne de celles trouvées pour l'ensemble des sols du socle granito-gneissique, d'autant plus qu'elles sont accompagnées, plus en profondeur, jusqu'à la roche-mère, de pourcentages encore élevés : environ 2%, sans grande différence d'un exemple à l'autre. Le rapport C/N est en général, plus élevé (15 à 17) pour les sols lithiques sur roches acides, que pour ceux développés sur roches basiques (13 à 15). Les pH sont variables, plus élevés sur les roches-mères basiques (moyenne de 7) que sur roches acides (moyenne de 6) et dans l'horizon humifère que dans ceux de profondeur. Soulignons cependant que ces sols ne sont que rarement acides.

Aucun mouvement vertical d'argile n'est décelable. Les pourcentages trouvés sont très souvent bien inférieurs à ce que pourrait engendrer l'altération complète de la roche-mère. Deux raisons peuvent expliquer ce "déficit" : présence d'un fort pourcentage de minéraux primaires sous forme de sable, exportation très rapide, dans ce milieu très drainant d'une plus ou moins importante partie de la silice, au fur et à mesure de sa libération à partir des minéraux primaires.

Le taux de saturation du complexe est en général plus fort sur roches basiques que sur roches acides : alors que le profil L 2683 est saturé en surface, le L 2741 n'atteint que 66%. En profondeur, les valeurs du rapport S/T% baissent généralement. Les ions calcium et magnésium sont les mieux représentés.

Sols associés.

Un drainage interne assuré ainsi qu'une forte proportion de minéraux susceptibles d'être "argilifiés" par suite d'une altération pouvant être assez rapide, permettent une évolution plus poussée quand le bilan hydrique devient favorable. C'est ainsi que sur les roches basiques, de même que sur les micaschistes à muscovite, nous passons fréquemment à des sols ferralli-

tiques faiblement ou moyennement désaturés, rajeunis ou pénévlués. Sur des roches plus massives et/ou plus quartzeuses, l'association s'effectue avec des sols ferrugineux plus ou moins lessivés en fer et en argile, le plus souvent non ou peu concrétionnés, en général peu épais. Enfin le troisième grand groupe qui leur est associé est celui des sols minéraux bruts.

Propriétés agronomiques des sols lithiques et possibilités d'utilisation.

Le facteur limitant est la profondeur du sol, ou plus précisément, le volume accessible aux racines. Si l'alimentation chimique des plantes n'a pas tellement à souffrir de cette restriction, par contre les besoins en eau ne sont généralement pas satisfaits pendant presque toute la durée de la saison sèche; le pédoclimat est en effet sec et les réserves hydriques, déjà très restreintes au départ, ne suffisent à l'évapotranspiration que pendant un laps de temps fort court après la fin de la saison des pluies. Les propriétés physiques sont par ailleurs bonnes ou assez bonnes dans l'ensemble.

Il est bien entendu, exclus de pratiquer sur ces sols, quelque culture que ce soit, mais certains reboisements en essences susceptibles de résister à une longue période de sécheresse aussi bien édaphique que climatique pourraient être envisagés.

Sous-groupe des sols régiques.

Ils correspondent par de nombreux caractères à ce que D. MARTIN (1969) a défini dans le Nord Cameroun, sous le nom de sols hydromorphes à pseudo-gley lithomorphes ainsi qu'aux "pélosols" que les auteurs allemands décrivent sur les affleurements de formations argileuses secondaires (triasiques en général). Ces pélosols sont, semble-t-il, dans la zone tempérée, ceux qui ressemblent le plus aux vertisols (P. DUCHAUFOR, 1972) mais la classification française ne semble leur donner de place que dans la classe hydromorphe.

Pour en revenir aux formations classées ici dans le sous-groupe régique, leurs caractères généraux peuvent être résumés de la façon suivante :

- Ce sont des sols à profil peu différencié du type Al-C ou Al-(B)C-C, assez peu épais (apparition de la roche-mère fréquemment avant 2 mètres de profondeur). En dessous d'un horizon superficiel Al assez mince, souvent assombri par une matière organique relativement abondante et parfois fortement appauvri en argile par le ruissellement en nappe superficielle, nous trouvons un horizon caractéristique par plusieurs aspects. Ceux-ci sont : forte proportion d'argile de type montmorillonitique, forte cohésion en sec et très plastique à l'état humide, fréquentes faces de glissement obliques en profondeur structure massive en humide, grossièrement polyédrique et/ou prismatique en sec, apparition rapide en profondeur de minéraux primaires altérables (ferromagnésiens et feldspaths), enfin, couleur généralement vertes, verdâtres ou vert-gris.

Toutefois, malgré ces teintes qui rappellent celles d'un gley, il paraît difficile de rattacher ce genre de matériau à une quelconque unité taxonomique hydromorphe. Le test au ferricyanure de potassium en milieu chlorhydrique ne permet pas de déceler la présence de fer ferreux, sauf, parfois, au voisinage de quelques racines. Quand on soumet les échantillons à l'action d'un milieu oxydant, les couleurs ne sont aucunement modifiées, il ne se développe pas de teintes rouges permettant de déceler l'oxydation de fer ferreux éventuel. A fortiori, les profils restant exposés à l'air ne subissent pas de modifications sensibles dans les couleurs. Celles-ci sont donc vraisemblablement celles des argiles elles-mêmes, c'est à dire de minéraux 2/1 dans lesquels le fer est à l'état combiné en général sous forme de substitution par des ions ferriques en positions octaédriques : il s'agit de montmorillonites ferriques. Certains profils cependant, montrent des tâches rouilles ou rouges (rouge vif le plus souvent) : ils correspondent à un début d'altération des argiles que l'on peut diagnostiquer par la baisse générale du pH par rapport à la moyenne et du taux de silice combinée. Cette argile d'altération s'est, dans la très grande majorité des cas, formée en place. Elle est autochtone malgré la présence, en son sommet, d'éléments étrangers tels que des quartz émoussés. Ceux-ci ont pu être incorporés, à la suite de phases d'érosion (qui les a concentrés à la surface du terrain par exportation des particules plus fines) et de remaniements superficiels. Très souvent, ces éléments grossiers ont été inclus dans ce matériau par la seule gravité à la suite de l'ouverture (souvent assez large) de fentes de dessiccation.

En dessous de cette argile d'altération, dont la puissance peut atteindre 2 mètres, nous passons assez rapidement dans la plupart des cas, à une arène très riche en minéraux primaires altérables : ferromagnésiens et feldspaths. Ces derniers sont, pour la plupart, le plus souvent poudreux donc déjà bien altérés, alors que les amphiboles se révèlent plus saines, à niveau égal au dessus de la roche-mère cohérente, très peu altérée que l'on atteint à profondeur variable.

Ces sols régiques couvrent les bas de pente correspondant à la phase d'érosion géologique la plus récente. Cette morphogenèse de bas glaciaire a intéressé en premier lieu le sud du Togo, pour remonter d'abord par les grands axes du réseau hydrographique, en direction du nord du pays, actuellement jusqu'à la latitude d'Ayengré, sous une extension de plus en plus réduite dans le paysage. Nous les trouvons de préférence sur les formations lithologiques les plus basiques. Leur extension maximum s'effectue dans les vallées du Mono et de l'Anié dont le creusement du cours a précisément profité de la rapidité plus grande avec laquelle l'altération a pu progresser dans ces formations basiques, riches en minéraux fragiles, facilement solubilisables. C'est au confluent de ces deux derniers cours d'eau qu'ils constituent l'ensemble le plus vaste, grâce à un soubassement en général très basique.

A partir de ces deux grands axes, l'apparition des sols régiques a " remonté" le cours des affluents sur une distance croissante vers le sud, pour y intéresser finalement une très grande partie des versants, voire même le sommet des interfluves dont l'abaissement fut commandé par cette phase d'érosion.

Ces sols peu évolués présentent des tendances extrêmement diverses selon les irrégularités de la topographie et surtout la composition du soubassement. Une certaine pédogenèse plus individualisée peut alors les marquer et les orienter vers la brunification, la vertisolisation, la ferruginisation, l'hémimorphie ou l'hydromorphie selon la dominance ou l'insuffisance de tel ou tel élément. C'est ainsi que leur sont associés de très nombreuses catégories de sols correspondant à l'un ou l'autre de ces grands processus. Le cas des vertisols, des sols ferrugineux (peu profonds) et hydromorphes qui leur sont associés sera traité plus loin. Nous observerons seulement que les autres sols associés, bruns eutrophes et solonetz, ne présentent pas une extension suffisante pour que leur répartition, extrêmement aléatoire, puisse être traduite au niveau d'une cartographie au 1/200.000.

- - -

Les sols régiques dans argile d'altération à caractères plus ou moins montmorillonitiques, faciès vertique de profondeur (unité cartographique n°6).

Exemple : profil n° L 2536.

LOCALISATION : à 1,390 km au sud de l'entrée de la piste d'Oranyi,
sur la route Atakpamé-Blitta; latitude : 8°17'50"
Nord ; longitude ; 1°05' 25" Est; altitude : 335 mètres.

CLIMAT : tropical humide, guinéen, du type baouléo-dahoméen; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1 270 mm.

SITE : entre la mi-pente et le quart supérieur d'un assez long
glacis menant à un témoin de l'ancienne pédiplaine; pente :
2°20.

ROCHE-MERE : amphibolite.

VEGETATION : teckeraie

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 17

Gris assez clair (10 YR 5/2 en sec); sablo-argileux; éléments grossiers pratiquement absents (quelques petites concrétions pisolithiques et petits gravillons anguleux de quartz);

massif-particulaire à tendance, assez faible, nuciforme grossière; meuble; racines assez peu nombreuses et fines; quelques galeries dont le diamètre atteint 2,5 mm; passage à l'horizon sous-jacent assez progressif.

17 - 40

Gris-beige assez clair (10 YR 5/2 en sec); grossièrement sablo-argileux; très rares gravillons, graviers et petits cailloux de quartz anguleux principalement cantonnés dans la moitié inférieure de l'horizon où ils sont associés à quelques petites concrétions assez multiformes et mates ou pisolitiques patinées; même structure que l'horizon superficiel; assez meuble; concentration relative de racines de taille moyenne moyenne au sommet de l'horizon; passage progressif.

56 - 128

De gris-verdâtre (5 Y 6/2-5/2 en sec) avec quelques petites taches ou mouchetures jaune (10 YR 7/6-6/6) et petites zones gris-vert foncé (5 Y 4/1-4/2) passe progressivement à gris-vert (5 Y 5/3) avec quelques assez petites taches ocre-jaune assez pâle (10 YR 6/6-5/6); d'argileux (avec une proportion sensible de sables) passe progressivement à argilo-sableux; de 62 à 75 cm, nous notons une nappe de gravats de quartz anguleux ou émoussés, pouvant atteindre 10 cm, plus ou moins ferruginisés, accompagnés de petites concrétions identiques à celles de l'horizon supérieur; en dehors de cette concentration, les éléments grossiers sont pratiquement absents, représentés que par quelques gravillons et petits graviers de quartz anguleux accompagnés de quelques petites concrétions en général moyennement irrégulières et mates ou, plus rarement pisolitiques et patinées; structure polyédrique assez large; cohésion assez forte à moyenne; racines pratiquement absentes; avec apparition progressive, en profondeur de quelques petites faces de glissement oblique; à noter la présence en profondeur, de zones d'amphiboles peu altérées et de feldspath poudreux; passage progressif.

128 - 150 (et en dessous)

Poches et veines d'arène argileuse de même couleur que celle de la base de l'horizon sus-jacent au sein de blocs de roche-mère de plus en plus jointifs en profondeur; la roche-mère est assez profondément altérée mais encore assez bien structurée dès le sommet de l'horizon.

profil n° L-2536

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	
Profondeur min. (cm)	0	23	45	80	106	136	
Profondeur max. (cm)	8	34	54	88	114	145	
Elements Grossiers %	0,34	4,11	2,93	1,73	0,12	0,33	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE							
Argile %	14,50	14,75	31,25	43,50	34,00	13,75	
Limon fin %	5,25	2,50	3,25	6,75	8,00	3,50	
Limon grossier %	6,30	4,50	3,78	5,45	4,75	4,50	
Sable fin %	37,50	30,50	22,58	19,25	24,25	33,70	
Sable grossier %	32,24	44,45	35,20	19,25	22,50	42,00	
Matière Organique totale %	23,00	11,01	7,41	4,39	3,54	4,04	
Carbone Organique ‰	13,37	6,40	4,31	2,55	2,06	2,35	
Azote ‰	0,77	0,49	0,41	0,22	0,21	0,17	
C / N	17,36	13,06	10,51	11,59	9,81	13,82	
Matières Humiques totales C %	2,36	1,51	0,86		0,25		
Acides Humiques C ‰	1,51	0,62	0,07		0,06		
COMPLEXE D'ECHANGE ‰							
Ca m.e. %	4,68	2,29	2,67	6,11	7,96	4,51	
Mg m.e. %	1,59	0,99	3,47	11,37	13,09	6,85	
K m.e. %	0,12	0,11	0,26	0,40	0,34	0,13	
Na m.e. %	0,08	0,06	0,22	1,19	1,76	1,30	
S m.e. %	6,47	3,45	6,62	19,07	23,15	12,79	
T m.e. %	7,74	5,58	10,21	20,66	20,24	9,44	
S/T %	83,59	61,83	64,84	92,30	saturé	saturé	
pH eau	5,70	5,60	5,85	7,00	7,60	8,60	
pH KCl	5,20	4,80	4,60	5,60	5,90	6,20	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	0,47		1,36		1,08	1,02	
P ₂ O ₅ assimilable (TRUOG) ‰	0,12		0,08		0,05	0,18	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	2,46		4,06			6,27	
Fe ₂ O ₃ libre (methode DEB) %	1,34	1,33	2,66	3,82	2,08	3,05	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	54,47		65,52			48,64	
ATTAQUE TRIACIDE							
Residu quartz eux %		77,68					
SiO ₂ combinée %		10,35					
Al ₂ O ₃ %		5,78					
Fe ₂ O ₃ %		2,64					
TiO ₂ %		0,38					
CaO %		0,33					
HgO %		0,35					
Na ₂ O %		0,14					
K ₂ O %		0,49					
P ₂ O ₅ %		0,05					
MnO %		0,04					
Perte au Feu %		2,75					
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		3,04					

Caractères généraux

Bien que nous ne soyons nullement en conditions hydromorphes caractérisées, le drainage interne de ces sols très confinés dès une faible profondeur, est très déficient. Les propriétés physiques sont également très défavorables : structure grossière faisant apparaître des unités structurales sans grande porosité et pratiquement inaccessibles aux racines. Celles-ci se contentent le plus souvent, de former un feutrage sur les faces des peds. L'instabilité structurale est forte et en présence d'eau, l'argile se disperse très facilement. Ceci peut expliquer, semble-t-il, le développement d'horizons A relativement fort appauvris ; le perpétuel remaniement biologique, brassant les horizons superficiels permet à cet appauvrissement de gagner en profondeur. Dans le profil cité en exemple, cet appauvrissement intéresse une forte tranche superficielle : 40 cm. Il s'accompagne généralement d'une lixiviation prononcée des bases si bien qu'en dessous de l'horizon le plus humifère, les taux en bases échangeables peuvent, dans un horizon intermédiaire sus-jacent à l'argile d'altération, s'abaisser à moins de la moitié de ce qu'ils sont dans celle-ci. Parallèlement, les taux de saturation décroissent, de même que les pH. Dans l'argile d'altération sous-jacente, la saturation du complexe est totale dès une faible profondeur. D'un point de vue plus purement pédogénétique, notons que les rapports C/N parfois assez élevés en surface, s'abaissent rapidement ensuite : des valeurs de 13 et 10 à 11, respectivement à 30 et 50 cm de profondeur apportent un argument supplémentaire pour écarter l'hypothèse d'un développement hydromorphe. Notons également la valeur élevée (3) du rapport moléculaire silice alumine dans l'horizon superficiel appauvri. Elle ne traduit qu'une faible évolution géochimique des minéraux argileux. Encore faut-il remarquer à ce propos que très vraisemblablement, la kaolinite se concentre dans les horizons de surface par dispersion préférentielle de la montmorillonite suivie de son exportation hors du profil, dans les eaux de ruissellement. Dès que les horizons sus-jacents à l'argile d'altération dépassent une épaisseur totale de 50 cm, une différenciation pédogénétique plus élaborée, suffisamment nette, marque le profil le plus souvent, selon les diverses tendances soulignées précédemment. C'est pour cette raison que la profondeur maxima de 50 cm d'apparition de l'argile d'altération a été retenue pour ranger les sols observés dans la classe des peu évolués.

Propriétés agronomiques

Au plan des caractéristiques chimiques, ces sols sont bien pourvus. Le facteur limitant réside dans la structure de l'horizon d'argile d'altération, d'autant plus que, très souvent le passage à partir des horizons appauvris superficiels est assez rapide voire même brutal. Ceci introduit une discontinuité très défavorable à l'enracinement. L'appauvrissement se présente, en effet, le plus souvent comme un phénomène ne progressant en profondeur qu'après avoir épuisé complètement ou presque, les quantités d'argile présentes.

Restent donc, pour le développement des plantes, les possibilités offertes par les horizons appauvris, beaucoup plus meubles, plus légers, permettant une pénétration facile des racines. Quand ils sont assez épais, comme c'est le cas pour le profil cité en exemple, on peut envisager certaines plantations forestières et la présence de tecks pourtant sensibles aux déficiences physiques du terrain indique ici certaines possibilités. Des essences à enracinement traçant seraient cependant mieux adaptées que ceux-ci qui, en tout état de cause ne sont pas d'une belle venue et souffrent quelque peu.

Les possibilités de culture sur ces sols semblent se résumer à deux : igname dont la culture en buttes est appropriée à un tel genre de sol, à condition que les horizons appauvris, meubles, soient suffisamment épais, et riz pluvial. Celui-ci peut s'accomoder de sols dans lesquels l'argile d'altération "remonte" à la surface et l'expérience menée pendant quelques années à Anié par une mission chinoise montre que les résultats peuvent être rentables. Les possibilités de pâturages ne sont pas négligeables par ailleurs.

- - -

Sols régiques dans argile d'altération à caractères plus ou moins montmorillonitiques; faciès d'évolution ferrugineuse hydromorphe, appauvrie en argile et plus ou moins concrétionnée (unité cartographique n°7).

Exemple : profil n° L 2681.

LOCALISATION : à 1,070 km après la dernière case à la sortie Nord de Tchébéhé, sur la route Blitta - Sokodé; latitude 8°26'45" Nord; longitude : 0°,59'29".

CLIMAT : tropical humide à semi-humide, soudano-guinéen, pluviométrie moyenne annuelle : 1250 mm.

SITE : au quart inférieur (convexe) d'un petit glacis aboutissant à un témoin de l'ancienne surface pédiplanée ; pente: 0°,45' vers l'amont, 1°15' vers l'aval.

ROCHE-MERE : gneiss à biotite et amphibole du groupe de l'Ofé.

VEGETATION : teckeraie

SURFACE DU TERRAIN : unie.

0 - 21

gris foncé, légèrement violacé (10 YR 3/1-4/1 en sec); finement sableux (s'enrichissant très légèrement en argile en profondeur) ; éléments grossiers peu nombreux, représentés par des concrétions le plus souvent très petites,

pisolithiques, patinées en brun, les plus grosses (ne dépassant pas 15 mm) étant de formes un peu plus irrégulières, accompagnées de très rares petits graviers de quartz assez émoussés ou arrondis ; particulière à tendance nuciforme, surtout en surface ; meuble ; nombreuses racines ; passage rapide.

21 - 40

très forte accumulation ferrugineuse à ferrugino-quartzeuse de concrétions identiques à celles de l'horizon sus-jacent, parfois groupées en petits amas de 15 à 25 mm indurés à revêtement jaune ocre lisse, et accompagnées de graviers et cailloux de quartz, le plus souvent bien émoussés ou arrondis, groupés généralement par zones ; la matrice (10 YR 4/1 en sec) avec de petites zones gris très foncé (10 YR 3/1), tendant vers une teinte beige-verdâtre, progressivement en profondeur ; sablo-argileux à argilo-sableux ; structure passant progressivement de particulière à massive, à débit à sous-structure en micro-agrégats nuciformes à grumeleux ; débit croûlant jusqu'à 32, puis la cohésion d'ensemble est un peu meilleure ; nombreuses racines ; quelques galeries (dont la section ne dépasse pas 4 mm) dans la moitié supérieure de l'horizon ; passage assez rapide.

40 - 125

argile d'altération vert-gris (5 Y 5/1-5/2 en sec) puis (5 Y 6/2) avec des mouchetures ou petites taches ocre (7,5 YR 5/6-6/6), mal délimitées, et, dans la moitié inférieure de l'horizon, quelques petites tâches et veines gris-noirâtre (5 Y 3/1-4/1) ; les éléments grossiers, de nature identique à ceux de l'horizon sus-jacent mais de tailles plus petites en général, sont encore nombreux au sommet de l'horizon, mais disparaissent rapidement en profondeur ; à partir de 65 à 75, sont concentrés par places, quelques graviers quartzeux ou quartzo-feldspathiques très anguleux ; polyédrique à prismatique, de taille passant progressivement de fine à moyenne ; quelques slickensides ; cohésion d'ensemble passant progressivement à très forte ; racines peu nombreuses jusqu'à 65 cm de profondeur, puis très rares ; passage progressif.

en dessous de 125

roche-mère altérée, tendre, à structure reconnaissable aux dépens de laquelle se développent, dans le sommet de l'horizon, des poches et veines d'argile verticale d'altération, analogue à celle constituant l'horizon sus-jacent, mais avec quelques minces revêtements argileux gris-foncé.

profil n° L-2681

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	
Profondeur minim. (cm)	0	25	45	95	142	
Profondeur maxim. (cm)	14	35	53	105	152	
Elements Grossiers %	17,77	84,55	53,05	4,47	0	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE						
Argile %	11,75	23,50	64,50	48,00	21,50	
Limon fin %	4,75	4,25	4,00	9,25	14,50	
Limon grossier %	9,60	6,37	2,02	7,15	8,50	
Sable fin %	47,50	25,00	5,00	11,95	26,15	
Sable grossier %	21,75	36,24	15,70	13,75	24,27	
Matière organique %	20,16	18,32	12,23	3,75	1,65	
Carbone organique %	11,72	11,00	7,74	2,18	0,96	
Azote %	0,71	0,83	0,63	0,21	0,14	
C/N	16,51	13,25	11,22	10,33	6,86	
Matières Humiques totales C %	2,14	2,00	1,21	0,32		
Acides Humiques C %	0,46	0,76	0,15	0,07		
COMPLEXE D'ECHANGE						
Ca m.e. %	6,97	6,59	10,47	14,02	13,30	
Mg m.e. %	1,82	2,85	8,65	14,02	11,40	
K m.e. %	0,09	0,11	0,22	0,19	0,09	
Na m.e. %	0,07	0,08	0,24	0,43	0,38	
S m.e. %	8,95	10,03	13,58	29,47	25,17	
T m.e. %	11,53	13,54	25,37	31,46	25,13	
S/T %	77,22	74,08	77,13	93,67	93,96	
pH eau	6,50	6,30	5,50	6,00	6,20	
pH KCl	6,05	5,75	5,10	5,70	5,60	
P ₂ O ₅ total (attaque nitrique) %	1,03	1,77	4,43	0,55	1,60	
P ₂ O ₅ assimilable (murex) %	0,03	Traces	Traces	Traces	0,34	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	4,17	10,66	13,06	7,87	7,26	
Fe ₂ O ₃ libre (DBB) %	2,54	7,44	8,02	4,63	4,10	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ HCl %	60,91	69,79	60,41	60,83	56,47	

Caractères généraux de ces sols

Par rapport au profil précédent, nous notons que l'évolution ferrugineuse (libération puis redistribution du fer en concrétions fort abondantes) est au moins concomitante d'un léger abaissement du taux de saturation et du pH dans l'argile d'altération. Dans l'ensemble, le pourcentage de fer libre par rapport au fer total est également un peu plus élevé et dépasse toujours nettement 50% alors que ce n'est pas le cas pour les profils identiques au L-2536. L'appauvrissement en argile est également un peu plus poussée en surface : le rapport entre horizon le plus pauvre et celui du maximum d'argilification atteint ici 1/6,5 alors que dans le profil précédent, il restait très voisin de 3.

Les variations autour du type décrit intéressent trois caractéristiques : épaisseur et intensité de l'appauvrissement, pourcentage et puissance du concrétionnement, manifestations d'hydromorphie dans les horizons supérieurs appauvris. Tous les intermédiaires existent vers les sols ferrugineux plus profonds mais des ensembles de ce type de sol se sont, au cours des prospections, individualisés avec une homogénéité suffisante, par la limitation de leur évolution ferrugineuse aux 50 premiers centimètres des profils. Il était donc justifié d'en faire une unité cartographique particulière.

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utilisation

Elles sont sensiblement du même ordre que les sols régiques précédents, avec cependant une certaine limitation du volume accessible aux racines quand le concrétionnement est abondant et puissant.

Groupe des sols d'apport

Seul est représenté sur le socle, sous une extension rendant possible sa cartographie, le sous-groupe hydromorphe, sous un faciès à pseudogley de profondeur. Il se développe presque uniquement sur des colluvions de matériaux ferrallitiques issues du démantèlement des sols de la chaîne atacorienne. Ces colluvions, étalées sur des glacis ou versants de la pénéplaine, se trouvent dans un milieu pédoclimatique très différent. Les caractéristiques hydrodynamiques du socle affectent les matériaux ainsi déposés d'une hydromorphie variable en puissance mais aboutissant presque partout à l'apparition d'un pseudogley remontant souvent assez haut dans les profils. Ce pseudogley se traduit par une redistribution du fer assez prononcée avec, pour résultat final, un concrétionnement souvent intense en gros nodules de formes irrégulières et riches en sables quartzeux. Dans ce milieu beaucoup moins drainant que celui d'origine, les matériaux des parties supérieures des profils

se décolorent plus ou moins, virant vers des teintes ocre clair, jaunâtre ou beige. Il est vraisemblable que le fer ainsi mobilisé participe à la concentration des horizons inférieurs partiellement ou totalement indurés. Il est non moins vraisemblable que la plus grande partie du fer immobilisé à ce niveau soit d'origine externe au profil, en provenance des parties amont des unités morphodynamiques que constituent glacis ou versants, par circulation de nappe.

D'autre part, les horizons supérieurs s'appauvrissent en argile jusqu'à une profondeur variable, atteignant souvent plusieurs décimètres, dépassant même le mètre dans certains cas.

En général, les matériaux ainsi déposés sont moins riches en argile que les sols ferrallitiques d'origine. Peut-être faut-il voir dans ce fait, la conséquence de leur transport qui a pu aboutir à un certain tri textural. A partir d'un matériau ainsi "allégé" l'appauvrissement des horizons supérieurs n'en aurait été que plus facile et rapide.

Quoiqu'il en soit, ces sols classés parmi les peu évolués présentent une tendance hydromorphe nette. En cela, ils n'échappent pas à la constante du socle qui affecte d'une manière variable, en puissance aussi bien qu'en intensité, à peu près toutes les formations pédologiques au moins dans leurs horizons profonds.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

En général, ces sols possèdent des propriétés physiques relativement favorables à un enracinement profond et mettent à la disposition des plantes, un volume de sol important car les formations indurées se situent le plus souvent à des profondeurs importantes (souvent 2 mètres et plus). La porosité totale est élevée (atteignant fréquemment 60%) et la cohésion d'ensemble n'est qu'assez faible. Leurs caractéristiques hydriques sont bonnes et la présence d'une hydromorphie temporaire n'est pas une gêne à la profondeur à laquelle elle se situe.

Leurs caractéristiques chimiques sont beaucoup moins favorables, les taux de saturation et les pH ne dépassant le plus souvent pas 40% et 5,0 respectivement. La somme des bases échangeables n'exède pas 3 mé % en dessous de l'horizon superficiel le plus organique. Ils peuvent convenir à des reboisements, ainsi qu'à des cultures assez peu exigeantes, le sorgho par exemple ou bien l'arachide, sans compter les possibilités de pâturage.

4.2.3

Leur extension se révèle, en définitive, très réduite au Togo. Ils se cantonnent, sur le socle, sur les roches-mères les plus basiques : amphibolites, pyroxénites, hornblendite et sur certains des gneiss les plus mélanocrates des différents groupes reconnus dans la série du Dahomeyen. Certains des faciès les plus vertiques des sols régiques développés sur argile d'altération montmorillonitique ont été souvent, avec quelques raisons, inclus dans cette classe des vertisols. Leur structure n'est cependant pas suffisamment développée et leur appauvrissement superficiel en argile est souvent trop poussé pour qu'on puisse les assimiler à ce grand groupe.

Les vertisols et paravertisols couvrent des zones très restreintes et dispersées le long du Mono. Les deux principales sont : celle de Kolokopé (sur laquelle est installée la station I.R.C.T.) et celle qui s'étend, toujours le long du Mono, à la latitude d'Ayengré, du fleuve jusqu'à mi-distance avec le village du Diomé, située à l'est.

Ce sont tous des formations pédologiques de bas de pente, donc à rattacher à la phase morphogénétique la plus récente.

Ils sont également tous lithomorphes, c'est à dire développés sur place, à partir de la roche-mère sous-jacente sans apport de matériaux solubles ou solides et en milieu à drainage externe assuré. Les remaniements qui ont incorporés à leur profil des éléments grossiers étrangers, surtout des quartz plus ou moins émoussés ou anguleux, se sont effectués sur place, mêlant au substratum en voie d'ameublissement, le pavage d'érosion consécutif au façonnement de ces bas de pentes.

Bien qu'un certain "self-mulching" amenuise la taille des unités structurales de nombre d'entre eux dans leur horizon superficiel, ce phénomène n'est jamais assez développé en puissance, ni surtout constant sur d'assez grandes surfaces pour que l'on puisse retenir dans leur classification, un groupe grumosolique.

— — —

Sous classe lithomorphe - groupe non grumosolique

— — —

Sous-groupe modal (unité cartographique n°9)

Exemple : profil n° L 2763

LOCALISATION : à 800 m. environ du laboratoire de l'IRCT, sur
le chemin central; latitude : 7°48'11"-Nord ;
longitude : 1°18'08"-Est.

CLIMAT : tropical humide, guinéen, du type baouléo-dahoméen;
pluviométrie moyenne annuelle : 1200 mm environ ;
température moyenne annuelle : 26°.

SITE : au quart supérieur d'un glacis aboutissant à la crête
d'un interfluve très surbaissé par rapport au niveau
de l'ancienne pédiplaine ; pente : 0°50' ; altitude :
172 m environ.

ROCHE-MERE : hornblendite.

à
VEGETATION : savane/nombreux karités assez bas.

SURFACE DU TERRAIN : unie.

0 - 18

noir à gris-noir (10 YR 2/1-3/1 en sec); argileux, plastique,
adhésif à l'état humide ; éléments grossiers extrêmement rares
(très petites concrétions pisolitiques patinées brunes à noi-
râtres, quelques petits gravillons anguleux de quartz, et quel-
ques petits cailloux ou graviers de quartz, plus ou moins ferru-
ginisés, dispersés dans l'horizon) ; structure grumeleuse
grossière à polyédrique se résolvant en unités structurales,
plus fines dès le début de la saison des pluies ; assez meuble
à meuble ; passage progressif.

18 - 57

de gris-noir (5 Y 3/1-3/2 en sec) passe progressivement à gris
foncé (5 Y 3/1), quelques ébauches de tâches rouille très dif-
fuses ; bien argileux, plastique et adhésif à l'état humide ;
éléments grossiers en pourcentage et de natures identiques à
ceux de l'horizon supérieur ; polyédrique de taille assez fine
avec surstructure polyédrique à prismatique assez large en
saison sèche ; petits slickensides devenant plus nets et plus
nombreux en profondeur ; cohésion d'ensemble moyenne à assez
forte ; racines très moyennement nombreuses ; passage progressif.

57 - 115

de gris-verdâtre foncé (5 Y 4/1-4/2 en sec) passe assez len-
tement à de petites zones gris foncé (5 Y 3/1), gris plus clair
(5 Y 4/1), vert foncé (5 Y 4/2) et verdâtre-gris (5 Y 5/3-5/4);

profil n° L- 2763

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	
Profondeur minim. (cm)	0	23	43	67	79	98	118	
Profondeur maxim (cm)	7	32	52	74	85	104	130	
Elements Grossiers %	2,14	0,87	1,48	2,95	3,05	1,92	0	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE								
Argile %	40,50	50,73	54,75	58,75	57,50	50,50	15,25	
Limon fin %	9,75	9,25	8,25	7,75	9,25	12,50	13,75	
Limon grossier %	7,60	7,90	8,15	5,65	7,00	8,30	13,50	
Sable fin %	22,70	15,30	12,75	11,55	10,70	14,65	32,35	
Sable grossier %	10,50	7,80	7,70	6,10	5,75	5,25	19,60	
Matière Organique totale %	43,88	26,51	17,53	12,04	11,90	8,03	3,10	
Carbone Organique ‰	25,51	15,41	10,19	7,00	6,92	4,67	1,80	
Azote ‰	1,33	0,93	0,60	0,50	0,50	-	-	
C / N	19,18	16,57	16,98	14,00	13,84			
Matières Humiques totales C %	3,79	2,81	1,93	0,91		0,56		
Acides Humiques C %	2,70	1,96	1,48	0,56		0,35		
COMPLEXE DECHANGE %								
Ca m.e. %	19,06	20,95	20,90	26,49	27,16	23,49	15,08	
Mg m.e. %	12,36	16,66	16,96	21,58	35,68	19,48	12,07	
K m.e. %	0,27	0,20	0,20	0,20	0,25	0,16	0,11	
Na m.e. %	0,44	1,45	1,80	2,95	3,21	2,85	1,78	
S m.e. %	32,13	39,26	33,86	51,22	66,30	45,98	29,04	
T m.e. %	43,91	51,34	52,56	57,30	61,11	58,19	31,69	
S/T %	73,71	76,47	75,84	83,39	sature	79,02	91,64	
pH eau	6,85	6,90	7,40	8,50	8,50	8,60	7,85	
pH KCl	6,10	5,90	5,95	7,50	7,60	7,35	6,65	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,69	1,64	1,37	1,09	1,06	0,88	0,96	
P ₂ O ₅ assimilable (true) ‰	0,08	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,15	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	13,35		13,57	14,11	13,74	12,76	12,20	
Fe ₂ O ₃ libre (methode DBD) %	8,27	9,02	8,44	8,31	8,11	6,51	3,76	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	61,95		62,20	58,89	59,02	51,02	30,82	
ATTACHE TRIACIDE								
Residu quartzux %		28,44					22,90	
SiO ₂ combinée %		27,10					33,12	
Al ₂ O ₃ %		13,54					13,76	
Fe ₂ O ₃ %		13,52					12,96	
TiO ₂ %		2,64					1,76	
CaO %		2,06					5,55	
H ₂ O %		1,08					4,00	
Na ₂ O %		0,11					0,55	
K ₂ O %		0,10					0,20	
P ₂ O ₅ %		0,15					0,09	
MnO %		0,39					0,20	
Perte au feu %		10,64					5,65	
Repr. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		3,39					4,08	

bien argileux; très rares éléments grossiers représentés par de petits nodules calcaires, quelques gravillons de quartz anguleux et, jusqu'à 95 ; quelques très petites concrétions pisolitiques brun-foncé dures, et, en dessous de 95, quelques petites concrétions tendres manganifères ; en outre quelques cailloux anguleux de quartz sont dispersés dans l'horizon jusqu'à une profondeur de 100 cm ; assez finement polyédrique ; slickensides petits et peu nombreux disparaissant en dessous de 100 ; cohésion d'ensemble assez forte ; racines encore relativement nombreuses jusqu'à 80, puis pratiquement absentes; présence de quelques très petits feldspaths et de très fins cristaux d'amphiboles inaltérées ; passage brusque.

115 - 130 (et en dessous)

roche-mère altérée encore assez structurée, mais se résolvant facilement au piochon en une arène à sables assez fins (très peu d'argile) à points vert-foncé, jaune clair, blanchâtre, etc. ; structure massive.

Caractères généraux de ces sols

Malgré une morphologie peu différenciée des horizons sus-jacents à la zone d'altération, les valeurs données par l'analyse granulométrique traduisent un appauvrissement en argile des horizons superficiels. Il est loin d'être négligeable puisque nous passons progressivement de 44,48% en surface à 65,42% à 70 cm de profondeur. D'autre part, nous voyons apparaître des concrétions dans ce profil dont les mouvements internes devraient en principe, s'opposer à la formation de telles concentrations. Nous pouvons donc voir que ce que nous classons sur le terrain, à la seule observation de la morphologie, s'éloigne sensiblement du concept de ces sols quand nous en précisons les caractères par l'analyse. C'est le cas général au Togo et nous pouvons nous demander si ces sols ne sont pas également en début d'évolution ferrugineuse.

Ceci étant, il est préférable de classer ce genre de sols dans la classe IV car il n'en reste pas moins vrai qu'ils présentent les caractéristiques essentielles des vertisols.

- profil plus ou moins homogénéisé par des mouvements internes de gonflement et rétraction de l'argile selon les alternances d'humidité, d'où une certaine indifférenciation des horizons.

- très faible macroporosité des éléments structuraux, dont la consistance et la cohésion sont fortes à l'état sec.

- structure polyédrique à prismatique largement exprimée en saison sèche.

- couleur foncée.

- richesse en magnésium du complexe d'échange.

Ces sols, assez peu évolués géochimiquement (rapports moléculaires silice/alumine supérieurs à 3,4 pour l'ensemble du profil) présentent un pH neutre ou basique dès une faible profondeur grâce à une saturation élevée supérieure à 75% de la capacité d'échange. Celle-ci est également forte : plus de 40 mé %.

Sols associés

Les plus fréquents sont les sols régiques dans argile d'altération, qu'ils soient à tendance ferrugineuse ou non, dès que le soubassement passe à des faciès moins mélanocrates. Sur de très petits ressauts de terrains, c'est à dire en positions de drainage externe mieux assurées, mais toujours sur roches-mères très basiques, nous trouvons des sols bruns eutrophes (d'extension très réduite). Ceux-ci peuvent céder la place à des sols ferrugineux lessivés-appauvris et concrétionnés, peu profonds, dès que les ressauts de terrain s'accusent et que la roche-mère est moins basique, plus riche en quartz et feldspaths. Enfin sur les passées riches en sodium, nous avons quelques tâches de solonetz parfois en début de solodisation.

Le passage avec ces différentes catégories de sols s'effectue le plus souvent très rapidement.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Bien pourvus en bases échangeables (calcium dominant) en matière organique ainsi qu'en phosphore certainement plus assimilable que ne le traduisent les valeurs notées pour le dosage selon la méthode TRUOG, bien pourvus également en réserves de minéraux altérables, ces sols ne présentent guère de problèmes au plan chimique. Il est nécessaire cependant d'entretenir cette fertilité dans le cas d'exploitation intensive comme c'est le cas sur certaines parcelles cultivées par l'I.R.C.T. Au plan des propriétés physiques, le problème est tout autre. Ce sont des sols suffisamment profonds, mais dont les caractéristiques mécaniques les rendent très sensibles aux différents états d'humidité ; trop secs, ils opposent une résistance énorme aux outils, et trop humides, leur adhésivité est telle qu'elle empêche tout travail. C'est pour ces raisons, qu'en définitive, ces sols les plus riches et les plus fertiles sont délaissés par l'agriculture traditionnelle. Retenons que, dans le cadre d'une mise en valeur selon des méthodes modernes, ces sols ne doivent pas être délaissés. Leur vocation principale est le coton, mais peuvent y être pratiquées avec succès des cultures de maïs, haricot, riz pluvial et plantations fourragères.

Sous-groupe à caractères vertiques moyennement accentués, faciès de dégradation avec évolution ferrugineuse (unité cartographique n° 10).

Les sols de cette unité de classification se présentent souvent comme des formes de dégradation des précédents, au sens géochimique du terme.

L'ensemble de leurs caractères présente tous les intermédiaires entre les vertisols et les sols ferrugineux jeunes (c'est à dire peu profonds et n'ayant pas épuisé toutes les possibilités d'évolution et de différenciation de leurs horizons offertes par le matériau dans lequel ils se développent et par le pédoclimat qui les régit.

Les termes les moins typés de cette transition se limitent à une dégradation de la structure qui devient massive dès la surface. Une différenciation de la couleur selon les horizons, un appauvrissement en argile souvent poussé dans la partie supérieure du profil, une plus forte ségrégation du fer sous forme de concrétions et/ou de taches (correspondant à une certaine hydromorphie temporaire) marquent les stades les plus avancés de la dégradation caractérisant cet ensemble des sols.

On les trouve dans les mêmes positions topogéomorphologiques que les vertisols, ceux du sous-groupe régique des sol peu évolués ainsi que des sols qui leur sont associés. Ils correspondent souvent à des roches-mères moins basiques que les premiers.

Exemple : profil n° L 2747

LOCALISATION : à 3,550 km à l'Est du Centre de Patala sur la piste Corrékopé Tchetti, latitude : 7°47'58" Nord; longitude : 1°33'59" Est.

CLIMAT : tropical humide guinéen, du type baouléo-dahoméen; pluviométrie moyenne annuelle : 1200 mm environ ; température moyenne annuelle : 26°

SITE : entre le pied et le quart inférieur d'un assez long glacis aboutissant à un témoin de l'ancienne pédiplaine ; latitude: 7°47'59" Nord; longitude : 1°33'59" Est ; altitude : 208 m.

ROCHE-MERE : embréchite à trame de gneiss à biotite et amphibole, du groupe de Pira.

VEGETATION : savane clairement arbustive.

SURFACE DU TERRAIN : unie - quelques termitières aux environs.

0 - 10

noirâtre (10 YR 2/1-3/1 en sec) ; argileux (avec une proportion sensible de sables, surtout fins); pas d'éléments grossiers ; la structure est variable et peu nette : massive à tendance grumelleuse assez grossière, nuciforme à polyédrique fine; cohésion d'ensemble assez faible ; nombreuses racines ; passage assez progressif.

10 - 48

gris assez foncé (5 Y 3/1-4/1 en sec) ; texture à peu près identique à celle de l'horizon supérieur; plastique et adhésif à l'état humide ; pas d'éléments grossiers ; structure massive à faible tendance polyédrique assez fine : forte à très forte cohésion d'ensemble en sec ; nombreuses racines ; passage rapide pour l'apparition de concrétions, assez progressif pour les autres caractères.

48 - 75

très forte accumulation ferrugineuse figurée par de très petites et petites concrétions pisolitiques ou subpisolitiques brun foncé, assez bien patinées dans l'ensemble, ne dépassant pas 1 cm, mais parfois réunies par un ciment ferrugineux ocre, en petits amas indurés n'atteignant au plus que 20 à 25 mm; ces concrétions sont accompagnées de quelques graviers et cailloux de quartz (ou de quartzite, pour les graviers), ne dépassant pas 4 cm, anguleux ou, plus rarement, plus ou moins émoussés, plus ou moins ferruginisés, disséminés dans la masse de l'horizon; la matrice présente de petites zones gris à gris-vert (5 Y 5/1-5/2 en sec) et gris assez foncé (5 Y 3/1-4/1) moyennement délimitées avec quelques très rares et très petites taches ocre-jaune (10 YR 6/6); la texture est bien argileuse ; quelques amorces de faces luisantes et de glissement oblique ; plastique et adhésif à l'état humide; massif à tendance polyédrique moyenne peu nette ; forte cohésion d'ensemble ; racines assez peu nombreuses ; passage assez progressif.

75 - 138

petites zones vert-gris (5 Y 6/2 en sec) et gris foncé (5 Y 3/1-4/1), avec de moyennement nombreuses petites taches jaune-ocre (10 YR 6/6) assez bien délimitées; bien argileux ; moyennement nombreux éléments grossiers identiques à ceux de l'horizon sus-jacent (les petits cailloux de quartzite, anguleux, étant par rapport à ceux de quartz, un peu plus nombreux); à signaler,

profil n° L-2747

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur minim. (cm)	0	24	59	93	138	162	192	233	
Profondeur maxim (cm)	10	32	69	103	146	173	202	250	
Elements Grossiers %	0	0	20,89	35,53	15,62	2,34	0,85	0,11	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	37,25	43,50	49,50	53,75	52,75	53,75	53,50	14,25	
Limon fin %	7,50	6,75	4,50	5,50	7,75	7,25	10,50	11,50	
Limon grossier %	8,65	9,25	6,15	6,75	9,20	7,85	9,35	13,30	
Sable fin %	26,45	24,20	12,65	15,70	15,20	16,95	15,20	31,65	
Sable grossier %	9,50	9,40	21,50	12,00	9,30	7,35	5,90	25,05	
Matière Organique totale %	42,57	21,45	11,03	9,08	6,60	4,51	3,06	1,34	
Carbone Organique ‰	24,75	12,47	6,41	5,28	3,84	2,62	1,78	0,78	
Azote ‰	1,75	1,19	0,63	0,49	0,41	0,35	0,24		
C / N	14,14	10,48	10,17	10,78	9,37	7,49	7,42		
Matières Humiques totales C %	4,04	1,79	0,76	0,59					
Acides Humiques C ‰	2,49	0,96	0,30	0,26					
COMPLEXE D'ECHANGE ‰									
Ca m.e. %	23,53	25,35	17,23	18,08	18,50	18,94	18,63	13,05	
Mg m.e. %	3,90	2,74	3,55	6,79	8,50	9,74	10,66	6,51	
K m.e. %	0,94	0,87	1,09	0,85	0,82	0,98	0,43	0,24	
Na m.e. %	0,26	0,22	0,25	0,80	1,37	1,64	1,69	0,65	
S m.e. %	28,63	29,18	22,12	26,52	29,19	30,90	31,41	20,45	
T m.e. %	31,34	27,45	23,27	27,14	24,48	23,68	23,39	17,46	
S / T %	91,35	sature	95,06	97,72	sature	sature	sature	sature	
pH eau	7,20	7,55	7,40	8,05	8,30	8,30	8,20	8,05	
pH HCl	6,55	7,00	6,35	6,85	7,10	7,00	6,90	6,45	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,07	0,90	0,94	0,69	0,67	0,59	0,63	1,85	
P ₂ O ₅ assimilable (Trauoc) ‰	0,07	0,02	Traces	0,01	0,01	0,02	-	-	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	4,82			7,64	7,47				
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	2,29	2,46	6,77	4,58	4,14	3,57		2,34	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	47,51			59,95	55,42				
ATTACHE TRIACIDE									
Résidu quartzeux %		51,10	36,00			38,75		50,70	
SiO ₂ combinée %		22,69	25,95			27,43		21,45	
Al ₂ O ₃ %		11,78	16,54			15,57		11,29	
Fe ₂ O ₃ %		5,20	10,72			6,96		6,42	
TiO ₂ %		0,92	0,94			1,01		0,86	
CaO %		1,28	0,94			1,44		1,30	
MgO %		0,45	0,72			0,91		2,49	
Na ₂ O %		0,03	0,03			0,05		0,05	
K ₂ O %		0,29	0,25			0,31		0,69	
P ₂ O ₅ %		0,08	0,08			0,05		0,17	
MnO %		0,09	0,38			0,13		0,18	
Perte au Feu %		7,29	9,06			7,79		4,72	
Rapp molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		3,26	2,66			2,99		3,22	

également, la présence de quelques petits nodules calcaires, englobant assez souvent de petites concrétions ferrugineuses pisolitiques ; massif à polyédrique de taille assez large ; quelques très vagues faces luisantes et très moyennement nombreuses amorces de petits slickensides ; plastique et adhésif à l'état humide ; très forte cohésion d'ensemble ; racines très rares ; passage assez progressif à progressif.

138 - 220

argile d'altération d'abord à zones petites à assez petites vert-gris (5 Y 5/2-6/2 en sec) et gris foncé (5 Y 3/1-4/1) avec quelques taches, petites et assez petites, diffuses, jaune-ocre (10 YR 6/6) et beige-ocre-rose (10 YR 6/4) passant, ensuite, moyennement rapidement, à vert-gris pâle (5 Y 6/2) avec de moyennement nombreuses assez petites taches diffuses jaune-ocre clair (10 YR 6/6-7/6) et quelques petites veines et taches gris foncé (5 Y 3/1-4/1); bien argileux ; les éléments grossiers, déjà peu à très peu nombreux dès le sommet de l'horizon deviennent rapidement très rares : ils sont représentés par de très petites concrétions et quelques petits nodules calcaires identiques à ceux de l'horizon sus-jacent; structure d'abord polyédrique de taille moyenne puis assez fine, passant progressivement à massive en profondeur ; quelques slickensides moyennement développés ; assez forte cohésion d'ensemble ; racines très rares disparaissant en dessous de 130 cm ; passage rapide.

220 - 285 (et en dessous)

arène très moyennement argileuse, à nombreux petits feldspaths blancs (résistants), paillettes de biotite mordorée et points vert sombre d'amphibole groupés en zones ; quelques petites zones gris foncé sont plus argileuses ; pas d'éléments grossiers; massif à particulaire ; assez meuble.

Caractéristiques générales de ces sols.

Parallèlement à l'abaissement général du rapport moléculaire silice/alumine (nettement inférieur à 3) dans l'horizon Efe, nous assistons ici à une libération, une ségrégation ainsi qu'une concentration importantes du fer : les concrétions peuvent représenter jusqu'à 70% de la masse totale de l'horizon. Cependant, les caractéristiques chimiques (saturation presque totale du complexe et pH basiques presque dès la surface) peuvent n'être pratiquement

pas affectées du tout. Certains profils, cependant, accusent une désaturation plus poussée.

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utili-
isation.

Elles sont à peu de choses près, identiques à celles des vertisols typiques mais la massivité et la plus grande fragilité de la structure les rendent plus asphyxiants. D'autre part, la présence de concrétions, peut réduire de beaucoup le volume accessible aux racines.

Le riz est l'une des cultures pouvant donner les meilleurs résultats sur ces sols.

4.2.4

Seuls, seront traités, ici, les sols du groupe lessivé. Il n'est pas impossible, certes, au cours des prospections, d'observer des sols ferrugineux tropicaux à teneurs en sesquioxydes de fer et en argile à peu près constantes sur toute l'épaisseur des horizons A et B, ou bien d'autres, plus ou moins lessivés en les seuls hydroxydes de fer dans les horizons superficiels. On peut relever la présence de tels sols un peu partout sur le socle, mais préférentiellement dans les zones présentant les marques d'une certaine érosion géologique assez récente, en particulier au voisinage de pointements rocheux soit sur les versants, soit sur les axes d'interfluves assez surbaissés. Ils sont, en général, assez profonds, de l'ordre de 3 mètres et, bien entendu, présentent un profil assez peu différencié. Leur drainage interne aussi bien qu'externe est assuré et les couleurs sont généralement assez vives : rouges, ocres, etc. La libération du fer à partir des minéraux primaires est complète et celui-ci forme avec les argiles des complexes assez stables pour ne donner lieu à aucune ségrégation notable. Ce sont des sols morphologiquement assez proches des fersiallitiques que l'on observe dans les régions méditerranéennes. Leurs caractéristiques agronomiques sont essentiellement bonnes grâce à des propriétés physiques favorables ainsi qu'un assez bon bilan chimique. Ils peuvent supporter quantité de cultures aussi bien pérennes qu'annuelles, le seul facteur limitant restant évidemment le climat. Toutefois, ne représentant même pas 0,4% de la superficie et d'autre part, très dispersés en ensembles minuscules, leur cartographie au 1/200.000 est impossible. On les trouve régulièrement associés à des sols ferrugineux lessivés.

Groupe des sols lessivés.

Il est représenté, sur le socle granito-gneissique, par tous les quatre de ses sous-groupes : sans concrétion, à concrétions, hydromorphe et induré.

La multitude des types pédologiques rattachés à chacun de ces groupes et la fréquence de certains caractères secondaires a entraîné la nécessité d'adopter pour la cartographie, des critères de classification plus détaillés. C'est pourquoi seront, dans les trois premiers sous-groupes, distingués des faciès selon la profondeur du profil et les processus aboutissant à l'appauvrissement en argile des horizons superficiels.

Le faciès peu profond correspond à une évolution limitée par le temps pendant lequel a pu s'effectuer la pédogenèse. Ceci ne signifie pas que l'intensité des processus de différenciation des horizons fut ou est plus faible que dans les autres sols ferrugineux. Les différences essentielles portent sur la puissance des horizons A et B et le rapprochement de la surface des zones d'altération riches en minéraux altérables et/ou en argiles à fort pourcentage de silice combinée. L'évolution géochimique du matériau original est par ailleurs moins poussée. La mise en évidence de "populations" de profils basées sur l'épaisseur de leurs horizons A et B fait situer la limite maximum de puissance de ces derniers à 100 cm. Ce faciès peu profond correspond au façonnement de type "bas glacis" des portions inférieures des versants à la suite de la phase la plus récente d'érosion géologique de ce socle. Les facteurs pédogénétiques ayant affecté les matériaux mis en affleurement ont été assez actifs pour amener une évolution très poussée en surface mais sur une période trop restreinte pour que le profil puisse s'approfondir.

Les sols de cette unité taxonomique se développent aux dépens de roches-mères très diverses, mais en général, un peu plus basiques que la moyenne. Selon la lithologie et le drainage propre au soubassement (diaclasses) nous avons des zones d'altérations plus ou moins argileuses ou aréniformes selon les possibilités d'argilification des minéraux et de confinement. Ce faciès de faible profondeur prend place dans la chronologie relative des événements pédologiques ayant affecté ce socle entre les sols ferrugineux lessivés concrétionnés développés sur l'ensemble des versants (et souvent sur les axes d'interfluves) pendant une grande partie du quaternaire et le complexe [sols peu évolués régiques-vertisols et paravertisols]. On les trouve sur tout le socle, mais préférentiellement le long des cours d'eau principaux, les plus actifs dans les diverses phases d'érosion, et sous une extension plus grande dans le sud que dans le nord (c'est à dire en fonction de la distance avec le niveau de base général).

Les mouvements d'argile ayant affecté les profils constituent le second critère de classification au sein de chacun des trois premiers sous-groupes.

4.2.4.1. Sous-groupe non ou peu concrétionné.

Dans cette unité taxonomique, seront classés des sols dont soit l'intensité, soit la puissance de l'horizon à concrétions est faible (ou pratiquement nulle). Il semble que l'on ne puisse, génétiquement introduire de distinction entre les deux cas. En effet, tous ces sols sont extrêmement remaniés et le degré de concentration des concrétions (ou nodules) en un horizon bien distinct dépend de la présence d'éléments grossiers résiduels d'anciennes phases d'érosion géologique et incorporés par la suite aux profils, par ces remaniements. S'ils sont abondants, les concrétions seront en quelque sorte "diluées" dans ce niveau grossier de la nappe de gravats. S'ils sont rares, les concrétions pourront, toujours par remaniement, se concentrer en un petit horizon dont elles occuperont un fort pourcentage volcanique. Mais au total, dans les deux cas, le bilan géochimique du profil traduit une perte très importante de fer par rapport aux éléments peu mobiles tels que les sables quartzeux dérivés de l'altération sous-jacente.

Faciès peu profond - sols fortement appauvris dérivés d'arène de gneiss leucocrate ou d'altération finement sablo-argilo limoneuse de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 11)

Exemple : profil L 2534.

LOCALISATION : à 0,510 Km au Sud de l'entrée de la piste de Oranyi,
sur la route Atakpamé-Blitta ; latitude : 8°18'
Nord ; longitude : 1°04'50" Est ; altitude : 357 mètres.

CLIMAT : tropical humide, guinéen du type baoulé-dahoméen; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1 270 mm.

SITE : entre le quart supérieur et le sommet d'un assez long glacis menant à un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente : 0°25'.

ROCHE-MERE : paragneiss à muscovite du groupe d'Agbandi-Djougou.

VEGETATION : teckeraie.

SURFACE DU TERRAIN : unie.

0 - 9

gris assez clair (10 YR 5/2 en sec); grossièrement sableux; très rares éléments grossiers, représentés par de petits gravillons et quelques graviers isolés de quartz, anguleux, ainsi que par quelques très petites concrétions peu multifformes, ou subpisolitiques, certaines assez bien patinées ; massif à particulaire à tendance

De nombreux sols ne présentent de la surface jusqu'au sommet de leur horizon C que des taux d'argile extrêmement faibles malgré des possibilités certaines pour le matériau originel d'évoluer en un profil à texture beaucoup plus équilibrée. Toute ou presque toute l'argile éventuellement formée ou bien la silice combinée (des minéraux primaires altérables) a été exportée des horizons supérieurs (A et Bfe) sans pouvoir alimenter un horizon d'accumulation plus profond. Le mouvement s'est alors effectué latéralement pour faire apparaître des horizons fortement appauvris. Ce phénomène semble sous la dépendance du type de roche-mère : les faciès assez leucocrates, plus riches en feldspaths difficilement altérables qu'en plagioclases, plus rapidement argilifiables, semblent favoriser l'appauvrissement. On peut, en effet, supposer qu'une certaine rapidité dans l'argilification des minéraux primaires est, pour le développement d'un horizon argileux nécessaire, par effet de blocage des mouvements. L'apparition très mesurée d'argile ne pourrait, par contre, aboutir qu'à son exportation.

Pour les sols dans lesquels l'exclusivité de l'appauvrissement en argile n'a pu être reconnue avec certitude, la notion de lessivage a été liée à la permanence d'un horizon intermédiaire à maximum d'argile. Cependant l'étude des bilans géochimiques montre dans tous les cas examinés que les seuls mouvements verticaux (ou latéraux) n'expliquent pas la distribution de l'argile et, en particulier l'éluviation des horizons supérieurs. L'appauvrissement rentre en ligne de compte pour la différenciation de ces derniers au moins autant que le lessivage. C'est pourquoi fut retenu le concept de sols lessivés-appauvris.

grossièrement nuciforme ; cohésion légèrement marquée ; racines fines et assez nombreuses ; passage progressif.

9 - 22

petites taches mal délimitées et mouchetures gris-beige (10 YR 6/2 en sec) et ocre clair (7,5 YR 6/6), grossièrement sableux ; éléments grossiers toujours aussi rares et identiques à ceux de l'horizon supérieur ; assez meuble ; racines nombreuses, dont les plus grosses se concentrent vers la base de l'horizon ; passage progressif.

22 - 92

concentration, passant progressivement de forte à moyenne, de gravillons, graviers et cailloux de quartz pouvant atteindre 20 cm, anguleux ou plus ou moins émoussés dont les plus gros de ces derniers se concentrent dans la moitié supérieure de l'horizon, de fragments de quartzites plus ou moins ferruginisés, pouvant atteindre 5 cm, de fragments de schistes plus ou moins quartzeux (ces derniers étant concentrés dans la moitié inférieure de l'horizon), accompagnés d'assez peu nombreuses petites concrétions, peu ou moyennement irrégulières, souvent assez patinées ; la matrice passe progressivement de beige-rosé (10 YR 6/3-6/4 en sec) à rose (7,5 YR 6/4) et de grossièrement sableuse à grossièrement sablo-argileuse ; structure passant progressivement de particulaire à tendance nuciforme fine, à massive ; cohésion faible ; racines fines et relativement assez nombreuses ; passage progressif.

92 - 175

de petites taches assez mal délimitées, beige pâle (10 YR 6/3 en sec) et ocre-rose (5 YR - 7,5 YR 6/6) avec quelques petits fragments de roche-mère rubéfiée en rouge sombre (2,5 YR 3/6) avec quelques taches noires, passe à beige pâle légèrement verdâtre (5 Y 6/3) avec de moyennement nombreuses petites taches ocre-jaune à ocre-rose clair (7,5 - 10 YR 6/8) mal délimitées ; grossièrement sablo-argileux ; concentration, passant progressivement de moyenne à faible, de gravillons, graviers de quartz et quartzite à muscovite, anguleux, peu ferruginisés, accompagnés jusqu'à 115 cm environ, de peu nombreuses petites concrétions (ne dépassant pas 1,5 cm) de formes assez régulières dans l'ensemble, non patinées ; structure massive à nuciforme ; assez friable dans la moitié supérieur de l'horizon ; cohésion passant progressivement de faible à moyenne ; à signaler la présence de paillettes de muscovite assez peu nombreuses et de quelques petits fragments de schistes, rubéfiés ; les racines se raréfient rapidement pour pratiquement disparaître à 145 ; passage rapide à l'horizon sous-jacent.

profil n° L-2534

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur minim. (cm)	0	12	33	73	92	131	185	210	
Profondeur maxim. (cm)	9	18	42	81	102	144	202	213	
Eléments Grossiers %	2,53	4,47	69,65	35,40	32,50	12,52	3,69	0,48	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	7,25	10,25	13,00	18,00	19,25	23,75	16,25	4,75	
Limon fin %	5,25	5,50	4,50	6,25	7,75	10,25	8,75	6,50	
Limon grossier %	5,50	5,00	3,88	5,20	4,90	6,10	4,50	5,50	
Sable fin %	31,88	29,28	22,78	19,25	20,10	21,26	23,63	30,05	
Sable grossier %	46,75	47,93	53,75	49,28	46,00	36,63	45,13	51,53	
Matière Organique totale %	14,55	9,49	6,33	6,24	5,13	4,63			
Carbone Organique ‰	8,46	5,52	3,68	3,63	2,98	2,69			
Azote ‰	0,55	0,38	0,36	0,38	0,39	0,35			
C / N	15,38	14,53	10,22	9,55	7,64	7,69			
Matières Humiques totales C %	1,39	1,33	1,21		0,68				
Acides Humiques C %	1,12	0,66	0,23		0,10				
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰									
Ca m.e. %	2,51	0,75	0,63	1,38	1,74	2,91	2,44	2,57	
Mg m.e. %	0,94	0,98	0,44	0,75	1,05	1,81	1,34	1,40	
K m.e. %	0,10	0,12	0,11	0,11	0,10	0,13	0,15	0,92	
Na m.e. %	0,05	0,01	0,02	0,03	0,03	0,09	0,18	0,20	
S m.e. %	3,60	1,86	1,20	2,27	2,93	4,94	4,11	5,09	
T m.e. %	5,47	4,97	4,44	5,84	4,90	7,12	8,00	5,06	
S/T %	65,81	37,42	27,03	40,25	59,80	69,38	51,38	sature'	
pH eau	6,30	5,50	5,20	5,50	5,00	5,60	6,00	6,00	
pH KCl	5,50	4,50	4,20	4,40	4,40	4,55	4,40	4,70	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	0,93		0,95		1,36	1,07			
P ₂ O ₅ assimilable (TRUOG) ‰	0,07		0,14		0,14	0,04			
Fe ₂ O ₃ total (à l'aide HCl) %	1,63		2,34		4,95				
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	1,00	1,08	1,58	3,17	3,35	4,37		2,82	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	59,17		67,52		67,68				
ATTAQUE TRIACIDE									
Résidu quartzeux %		79,45		65,52		50,78		55,64	
SiO ₂ combinée %		3,18		14,80		19,95		18,80	
Al ₂ O ₃ %		5,65		10,30		13,59		11,81	
Fe ₂ O ₃ %		2,32		4,88		7,76		6,80	
TiO ₂ %		0,43		0,47		0,62		0,68	
CaO %		0,32		0,37		0,45		0,62	
MgO %		0,33		0,35		0,84		1,45	
Na ₂ O %		0,14		0,16		0,23		0,27	
K ₂ O %		0,52		0,74		1,15		1,47	
P ₂ O ₅ %		0,05		0,05		0,05		0,08	
MnO %		0,06		0,08		0,09		0,12	
Perte au Feu %		2,15		3,83		4,68		3,38	
Repp. molec. SiO ₂ /Al ₂ O ₃		quartz, frop abondant		2,42		2,49		2,70	

verdâtre pâle (5 Y 6/4 en sec) avec de moyennement nombreuses petites tâches mal délimitées, ocre-jaunâtre pâle (10 YR 6/6-7/6); grossièrement sablo-argileux; les éléments grossiers, très rares, ne sont plus représentés que par de petits gravillons anguleux de quartz et de quartzite à muscovite très peu ferruginisés ainsi que par quelques très petites concrétions, isolées, assez régulières, non patinées; structure massive; cohésion moyenne à assez faible; passage assez progressif.

202 ~ 210

arène grossièrement sablo-micacée (paillettes de muscovite), gris-vert (5 YR 5/3-4/3 en sec) avec quelques petites zones mal délimitées jaune-ocre pâle (10 YR 7/6-8/6); pratiquement pas d'éléments grossiers (quelques petits gravillons identiques à ceux de l'horizon sus-jacent); massif; cohésion assez faible à moyenne.

en dessous de 210

roche-mère encore cohésive quoiqu'assez profondément altérée.

Caractéristiques générales de sols

Les résultats analytiques de ce profil L 2534 nous permettent de noter l'absence de "ventre" argileux dans les horizons sus-jacents à la zone d'altération que l'on trouve à partir de 92 cm de profondeur. Il existe certes, un maximum d'argile à plus grande profondeur, mais nous pouvons noter que les taux de silice combinée et d'alumine totales ne sont pas significativement différents entre ce niveau et l'arène apparaissant à 210 cm de profondeur. Il s'agit donc, d'un niveau d'argilification maximum des minéraux primaires altérables que nous retrouvons plus en profondeur sous forme de sables.

Cet appauvrissement en argile s'accompagne de celui des bases échangeables dont le pourcentage en mé n'atteint pas même 4 dans l'horizon superficiel organique qui est normalement toujours le mieux pourvu. Notons également les faibles taux de saturation des horizons les plus appauvris, mis à part l'horizon superficiel le plus humifère : 37, 4% et 27% à 15 cm et 38 cm de profondeur respectivement.

Malgré cet appauvrissement chimique, le complexe argileux ne subit pas une dégradation géochimique très poussée : des rapports moléculaires silice/alumine supérieurs à 2,4 montrent que la kaolinite n'est certainement pas le seul minéral argileux et que coexiste vraisemblablement un assez fort pourcentage d'illite. Ceci est corroboré par les rapports capacité d'échange/taux d'argile qui dans les horizons peu organiques dépassent 28 mé pour 100 grammes d'argile.

Comme pour tous ceux du faciès peu profond des sols ferrugineux, ces sols sont associés soit à des sols ferrugineux beaucoup plus puissamment développés et souvent très concrétionnés, soit, quand nous passons à un soubassement plus basique, à des sols régiques. Les transitions vers ces diverses pédogenèses s'effectue le plus souvent rapidement.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés chimiques sont, au vu des résultats analytiques assez déficientes. Les réserves en éléments minéraux sont faibles et sous culture, ces sols s'épuisent très rapidement. Les caractéristiques physiques ne peuvent malheureusement contrebalancer ces aspects négatifs : la texture très sableuse ne permet pas d'être assuré d'une bonne alimentation en eau longtemps après le début de la saison sèche et si la structure n'est pas trop défavorable, par contre le volume accessible aux racines est souvent réduit par la présence d'un fort pourcentage d'éléments grossiers quartzeux résiduels quand nous nous trouvons sur un soubassement de paragneiss à muscovite ou de micaschiste toujours très riche en filons de quartz ayant alimenté des nappes de gravats puissantes.

Des cultures peu exigeantes telles que celles de l'arachide, du sorgho ou du mil sont les mieux adaptées à ces sols, encore qu'une mise en jachère fréquente et prolongée soit nécessaire.

— — —

Faciès profond des sols fortement appauvris développés à partir d'arène de gneiss (unité cartographique n°11-a).

Exemple : profil n° L-2443

LOCALISATION : à 1,800 km au Nord Est de Vou Apéga, sur le sentier qui rejoint Apégamé et Adjan ; latitude : 7°32'20" Nord ; longitude : 1°03' Est ; altitude : 267 mètres.

CLIMAT : tropical humide du type guinéen forestier ; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1500 mm.

SITE : sur la crête d'un interfluve façonné dans un ancien glacis de piedmont des Monts Togo ; pente : 0°10'.

ROCHE-MÈRE : cornéenne de schistes à muscovite assez gréseux dans la zone des gneiss supérieurs du groupe de l'Ofé.

VEGETATION : savane arbustive claire.

SURFACE DU TERRAIN : unie.

0 - 2

gris (10 YR 4/1 en sec) ; sableux avec une proportion assez sensible d'argile ; rares à très rares petits gravillons anguleux de quartz, souvent hyalins ; très humifère, assez plastique à l'état humide, particulière à tendance nuciforme à grumeleuse à l'état sec ; meuble ; nombreuses fines racines ; passage rapide à l'horizon sous-jacent.

2 - 22

beige-gris (10 YR 5/2-4/1 en sec) ; grossièrement sableux ; éléments grossiers peu nombreux représentés surtout par des gravillons, graviers et quelques petits cailloux anguleux de quartz légèrement (ou assez émousés pour les plus gros), quelques petits feldspaths et petites concrétions peu ou assez peu multiformes, non ou très peu patinées ; particulière ; très meuble ; très nombreuses racines surtout jusqu'à 10 cm ; passage progressif.

22 - 40

beige-rosé (10 YR 5/3 en sec) ; grossièrement sableux ; nombreux gravillons, graviers et quelques cailloux de quartz (de très rares de ces derniers étant assez bien émousés) accompagnés de très rares petites concrétions et de traces de petits feldspaths ; particulière, très meuble ; concentration relative de racines de taille moyenne de 20 à 36, nombreuses à très nombreuses fines racines dans tout l'horizon ; passage progressif à l'horizon sous-jacent.

40 - 85

très forte accumulation quartzeuse : cailloux (pouvant atteindre 7 cm), graviers et gravillons anguleux ou plus ou moins émousés, accompagnés de très rares petites concrétions irrégulières dans l'ensemble non ou très légèrement patinées ; le remplissage de terre fine est rose à rose-beige (7,5 YR 6/4 en sec) et grossièrement sableux, particulière, l'ensemble de l'horizon offrant un débit croulant ; racines moyennement nombreuses ; passage rapide, surtout pour couleur et texture.

profil n° L 2443

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur min. (cm)	0	2	27	57	85	123	153	190	
Profondeur max. (cm)	2	10	40	63	37	130	165	200	
Eléments Grossiers %	5,74	18,10	64,96	85,74	71,43	48,43	30,06	-	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	13,00	8,25	7,00	7,50	20,25	27,50	20,50	12,75	
Limon fin %	8,75	2,50	2,00	2,25	3,00	5,50	9,00	11,00	
Limon grossier %	11,10	4,88	3,75	2,50	3,10	4,20	6,90	3,50	
Sable fin %	26,75	18,10	16,75	7,10	6,65	8,60	11,30	17,25	
Sable grossier %	32,45	64,55	69,60	80,85	65,85	53,00	50,85	48,35	
Matière Organique totale %	64,43	35,13	13,18	7,65	10,15	3,30			
Carbone Organique ‰	37,46	20,46	7,66	4,45	5,30	2,27			
Azote ‰	2,33	1,21	0,42	0,51	0,77	0,30			
C / N	16,08	16,91	18,24	8,73	7,66	7,57			
Matières Humiques totales C %	8,66	4,85	1,84	0,30					
Acides Humiques C %	6,83	3,75	0,83	0,22					
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰									
Ca m.e. %	10,61	3,56	1,73	1,17	2,25	-	2,06	2,50	
Mg m.e. %	1,09	Traces	Traces	Traces	Traces	-	Traces	0,18	
K m.e. %	0,47	0,15	0,05	0,05	0,05	-	0,08	0,10	
Na m.e. %	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	-	0,02	0,06	
S m.e. %	12,21	3,74	1,85	1,23	2,31	-	2,16	2,84	
T m.e. %	13,04	5,11	2,43	1,12	1,34	-	2,30	2,38	
S / T %	93,63	73,13	76,13	saturé	saturé		93,91	saturé	
pH eau	6,30	6,40	6,30	6,20	6,00	6,20	5,70	6,00	
pH KCl	6,30	5,80	5,60	5,20	5,10	5,30	5,10	5,00	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,27	1,05	0,66		1,14				
P ₂ O ₅ assimilable (TRUOE) ‰	0,14	0,14	0,08		0,16				
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	2,10						3,30		
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	0,88		0,73		3,13		2,04		
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	41,90						61,82		
ATTAQUE TRIACIDE									
Résidu quartzueux %			72,35	75,00	35,32	34,10	37,60	43,05	
SiO ₂ combinée %			12,33	10,27	26,05	27,75	27,10	24,65	
Al ₂ O ₃ %			6,43	6,83	13,22	20,29	13,15	16,23	
Fe ₂ O ₃ %			2,32	2,32	5,32	5,60	4,40	4,56	
TiO ₂ %			0,70	0,78	0,94	0,77	0,77	0,28	
CaO %			2,32	0,38	2,27	0,83	0,87	1,99	
MgO %			0,48	0,26	0,50	0,49	0,37	0,47	
Na ₂ O %			0,05	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	
K ₂ O %			0,45	0,34	0,58	0,65	0,66	0,51	
P ₂ O ₅ %			0,03	0,05	0,09	0,06	0,04	0,10	
H ₂ O %			0,08	0,14	0,06	0,08	0,05	0,08	
Perte au Feu %			3,73	3,06	8,61	8,09	7,97	7,17	
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃			quartz, trap abondant	quartz, trap abondant	2,30	2,32	2,40	2,56	

85 - 130

l'intensité de l'accumulation quartzeuse décroît très progressivement tandis que la taille des éléments quartzeux diminue dès le sommet de l'horizon : on ne retrouve plus que quelques petits cailloux ne dépassant jamais 3 cm, tous anguleux (sauf quelques très rares d'entre eux dans la moitié supérieure de l'horizon, présentant quelques indices d'émoussage) et peu ferruginisés dans l'ensemble. Ils sont toujours accompagnés de petites concrétions excessivement rares assez peu ou peu multifformes, et, vers la base de l'horizon surtout, de petits feldspaths et ensembles quartzofeldspathiques : de saumon-ocre (2,5 YR - 5 YR 5/6 en sec) et grossièrement sablo-argileux, la matrice passe progressivement à ocre-rose (2,5 YR 6/6-6/8) avec quelques taches jaunâtres (7,5 YR - 10 YR 7/6) et argilo-grossièrement sableuse ; quelques petites faces luisantes ; à signaler la présence, dans une partie de la base de l'horizon, de filons et filonnets de quartz horizontaux ; la structure, d'abord particulière à tendance finement agrégée, devient ensuite, massive : la cohésion passe de faible à moyenne ; assez nombreuses petites galeries ; racines fines et peu nombreuses ; passage assez lent et moyennement festonné.

130 - 200 (et en dessous)

bariolage jaune-ocre (10 YR 6/4 et 6/6 en sec), blanchâtre (10 YR 7/3) ; et zones, se raréfiant en profondeur et devenant plus petites, passant de saumon-rose (2,5 YR - 5 YR 5/6 en sec) à lie de vin (10 R 4/4) ; pratiquement dépourvu d'éléments grossiers, de grossièrement sablo-argileux passe progressivement à grossièrement sableux ; zones de roche-mère très altérée dominant rapidement la masse de l'horizon ; quelques vagues petites faces luisantes s'estompant en profondeur et quelques très minces revêtements argileux diffus ; encore d'assez nombreux petits gravillons anguleux de quartz jusqu'à 185, accompagnés de quelques feldspaths, puis disparaissant des zones meubles pour se retrouver encore englobés dans les zones de roche-mère ; structure massive et cohésion moyenne ; assez nombreuses galeries parfois assez grandes ; l'enracinement devient pratiquement nul dès le sommet de l'horizon.

Caractères généraux

Comme pour l'unité précédente, nous avons, ici, à faire à des sols très appauvris chimiquement puisque, en dessous des 10 premiers centimètres, les plus humifères, la somme des bases échangeables ne dépasse pas 3 mé %.

La simple lecture des pourcentages d'argile fait apparaître un "ventre" au contact avec l'horizon C (entre 120 et 130 cm) mais l'analyse totale montre qu'il s'agit très vraisemblablement d'un maximum d'argilification : de l'échantillon F qui renferme 27,33% d'argile au G qui n'en contient que 20,30%, les taux de silice combinée et d'alumine totale ne sont pas significativement différents. Plus en profondeur (échantillon H), ces pourcentages d'éléments "totaux" baissent à l'analyse triacide mais doivent être corrigés par la présence notable de minéraux primaires altérables dont précisément l'attaque triacide ne tient pas compte.

Par rapport au profil L 2534 (faciès peu profond) nous notons une baisse générale des rapports silice/alumine, les valeurs de 2,53 et 3,22 respectivement notées pour les échantillons C et D étant par trop influencée par la présence d'une forte quantité de quartz (passant à l'attaque triacide, partiellement en solution et dès lors compté comme "silice combinée").

Sols associés

Ils sont représentés essentiellement par tous ceux du sous-groupe à concrétions, les passages s'effectuant également très rapidement.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Toutes les remarques faites pour l'unité précédente sont valables pour celle-ci. La plus grande profondeur des sols peut être un élément favorable surtout pour les plantes pérennes mais on ne voit guère celles qui pourraient faire l'objet d'une production annuelle, c'est à dire entraînant un épuisement assez rapide des faibles réserves minérales. Des plantations forestières seraient certainement les mieux adaptées. Les pâturages extensifs sont également à envisager.

— — —

Faciès peu profond, fortement appauvri dérivé altérations riches en minéraux argileux 2 : 1 de micaschistes à muscovite ou de gneiss. (unité cartographique n° 12).

Nous prendrons ici comme exemple, un sol observé en dehors de la région dont la cartographie est ici présentée, c'est à dire au sud du 7ème parallèle, pour des raisons de disponibilité de résultats analytiques.

Profil L 2453.

LOCALISATION : à 2 km 500 de Gapé sur la piste d'Agbelouvé;
 latitude : 6°,38' Nord ; longitude : 1°06'30"
 Est ; altitude : 93 mètres.

CLIMAT : tropical humide ; du type baouléo-dahoméen ; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1 250 mm environ.

SITE : entre le quart inférieur et la mi-pente d'un petit glacis conduisant à la crête d'un interfluve surbaissé par rapport au niveau de l'ancienne pédiplaine ; pente : 1°,20.

ROCHE-MERE : embréchite de gneiss à biotite- Groupe de Kra.

VEGETATION : savane arbustive assez claire.

SURFACE DU TERRAIN : unie.

9 - 33

gris clair (10 YR 5/1-4/1 en sec) passant assez rapidement à gris clair légèrement beige (10 YR 5/1-5/2) en profondeur ; finement sableux ; pratiquement pas d'éléments grossiers (représentés par quelques gravillons, graviers ou petits cailloux subémoussés de quartz assez ferruginisés et par quelques petites concrétions moyennement irrégulières ; particulière-massif, à tendance nuciforme mieux affirmée en profondeur ; cohésion faible ; racines fines et nombreuses jusqu'à 25, moins nombreuses et plus grosses ensuite ; passage moyennement rapide à l'horizon sous-jacent.

33 - 58

beige-gris clair (10 YR 6/2-6/3 en sec) avec de petites taches très mal délimitées, beige brunâtre (10 YR 5/3-4/3) finement sableux ; éléments grossiers identiques à ceux de l'horizon supérieur et toujours excessivement rares ; massif particulière à tendance assez grossièrement nuciforme moyennement exprimée ; cohésion moyenne à assez forte ; assez nombreuses et fines racines jusqu'à 45, puis assez rares ; passage rapide à l'horizon sous-jacent.

58 - 62

beige-gris clair (10 YR 6/2-6/3 en sec) avec d'assez nombreuses petites taches ocre-rouille (5 YR 4/8-5/8) bien délimitées, auréolées de brun sale (10 YR 4/3-3/3) ; sablo-argileux ; rares éléments grossiers, représentés par des gravillons et petits

graviers de quartz anguleux, moyennement ferruginisés et par de petites concrétions tendres, pour la plupart peu multiformes et non patinées, ou pisolitiques patinées ; massif à débit à faible tendance finement nuciforme en sec ; cohésion assez forte en sec ; racines très rares ; passage rapide à l'horizon inférieur.

62 - 30

beige-brun (10 YR 4/2 en sec) avec quelques petites et moyennes zones assez bien à bien délimitées ocre à ocre jaune (7,5 YR 6/6) et quelques autres, très petites, noirâtres ; argilo-sableux ; très rares éléments grossiers (petits gravillons de quartz anguleux et concrétions identiques à celles de l'horizon précédent, ainsi que quelques petits feldspaths) ; polyédrique assez large ; cohésion moyenne ; racines pratiquement absentes ; passage assez lent à l'horizon sous-jacent.

30 - 102

argile d'altération à caractères peu nets. Petites taches gris-bleu, ocre-jaunâtre, moyennement délimitées (et quelques unes rouges) et veines brun-beige à gris-beige ; argilo-sableux, massif à polyédrique large ; éléments grossiers très rares et identiques à ceux de l'horizon précédent ; cohésion très moyenne ; racines fines et très rares.

102 - 175

petites taches plus ou moins bien délimitées : gris-verdâtre clair, ocre-jaunâtre, ocre, rouge et quelques petites noirâtres, passant à gris-vert pâle (5 Y 6/2 en sec) avec de moyennes taches rouge brique (10 YR 4/4-3/4), nombreuses, bien délimitées et d'autres, plus petites, moyennement délimitées, ocre-jaune pâle (7,5 YR-10 YR 6/6) ; d'argilo-sableuse, la texture devient progressivement argileuse ; éléments grossiers toujours très rares et identiques à ceux de l'horizon sus-jacent mise à part la présence, vers la base de l'horizon de quelques petits graviers anguleux de quartz pouvant atteindre 15 mm, plus ou moins ferruginisés et de quelques zones de petites concrétions subpisolitiques et pisolitiques dans la partie supérieure de l'horizon ; structure polyédrique un peu plus affirmée en profondeur mais un peu moins large qu'au sommet de l'horizon ; amorces de quelques petits slickensides dans le tiers inférieur de l'horizon ; cohésion forte ; passage assez peu rapide à l'horizon sous-jacent.

175 - 260 (et en dessous)

argile d'altération gris-vert pâle (5 Y 6/2 en sec) avec des zones de biotite mordorée, quelques petites taches vert-pomme (chlorite) et gris foncé (5 Y 4/1) ; pas d'éléments grossiers ; assez finement polyédrique ; cohésion moyenne.

profil n° L-2453

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H
Profondeur min. (cm)	0	8	39	58	65	102	155	205
Profondeur max. (cm)	4	18	48	62	74	109	163	225
Elements Grossiers %	1,77	0,61	1,09	6,69	2,26	3,51	3,71	0
ANALYSE GRANULOMETRIQUE								
Argile %	7,75	9,00	3,50	19,75	29,25	37,50	44,25	43,25
Limon fin %	5,50	5,25	6,00	5,50	5,25	3,75	8,00	12,00
Limon grossier %	10,75	9,65	10,75	6,85	5,75	4,30	6,25	5,38
Sable fin %	44,60	43,65	43,65	29,05	24,95	21,99	21,00	24,50
Sable grossier %	27,45	23,60	27,85	37,25	32,35	23,15	16,68	9,00
Matière Organique totale %	24,34	18,68	5,87	6,53	7,12	5,62	4,45	
Carbone Organique ‰	14,15	10,86	3,41	3,83	4,14	3,27	2,53	
Azote ‰	0,86	0,72	0,32	0,50	0,49	0,33	0,22	
C / N	16,45	15,08	10,66	7,66	8,45	9,91	11,77	
Matières Humiques totales C %	2,16	2,26		0,35		0,26		
Acides Humiques C %	1,41	1,52		0,36		0,16		
COMPLEXE D'ECHANGE ‰								
Ca m.e. %	5,34	4,04	2,30	3,39	4,58	5,26	6,52	9,56
Mg m.e. %	0,22	0,35	0,13	1,10	2,75	3,63	5,57	9,06
K m.e. %	0,09	0,06	0,19	0,06	0,07	0,14	0,25	0,28
Na m.e. %	0,03	0,04	0,04	0,65	1,62	2,86	4,94	8,40
S m.e. %	5,68	4,49	2,66	5,20	9,02	11,95	17,28	27,30
T m.e. %	6,51	5,86	4,29	8,71	10,70	15,01	19,34	23,75
S/T %	87,25	76,62	62,00	53,70	84,30	79,61	89,35	sature
pH eau	6,70	6,30	6,40	6,70	7,00	6,70	6,90	7,30
pH KCl	6,20	5,60	5,20	5,20	5,90	6,20	6,80	7,00
P ₂ O ₅ total (nutrique) ‰	0,71		0,90		0,87		0,74	
P ₂ O ₅ assimilable (Trauss) ‰	0,03		0,08		0,02		0,05	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %								7,05
Fe ₂ O ₃ libre (methode DEB) %		1,02	1,10		2,53		4,18	4,31
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %								61,13
ATTAQUE TRIACIDE								
Résidu quartz eux %		81,12	81,80		64,55		46,65	
SiO ₂ combinée %		8,56	9,51		15,48		22,04	
Al ₂ O ₃ %		3,02	2,93		8,97		13,03	
Fe ₂ O ₃ %		1,68	1,84		9,84		6,88	
TiO ₂ %		0,28	0,56		0,28		0,78	
CaO %		2,96	2,43		2,68		2,90	
MgO %		0,37	0,35		0,60		1,02	
Na ₂ O %		0,03	0,04		0,05		0,14	
K ₂ O %		0,16	0,16		0,33		0,46	
P ₂ O ₅ %		0,10	0,09		0,08		0,07	
H ₂ O %		0,13	0,10		0,28		0,16	
Perte au Feu %		2,67	1,75		4,61		5,87	
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		quartz très abondant	quartz très abondant		2,33		2,87	

Caractères généraux

Les sols dont est présenté ici un exemple, sont assez proches de ceux du sous-groupe régique. Ils s'en différencient cependant nettement par le développement dans les horizons superficiels de couleurs beiges et de structures massives caractéristiques de celles de la sous-classe ferrugineuse. D'autre part, les profondeurs d'appauvrissement en argile sont nettement plus élevées, ce qui s'accompagne d'un abaissement de la capacité d'échange et du taux des bases assimilables par les plantes.

Nous remarquerons qu'il n'existe, dans le profil cité en exemple, aucun ventre argileux : l'éluviation de l'argile des horizons supérieurs s'est traduite par une "perte sèche" pour le profil. Nous noterons cependant, que par rapport aux sols du faciès peu profond, développé à partir d'altérations beaucoup moins argileuses (profil L 2534), la somme des bases échangeables est nettement plus élevée, assurant d'autre part, une assez bonne saturation du complexe (toujours supérieure à 50%). Enfin l'évolution géochimique du matériau est moins poussée : le rapport moléculaire silice/alumine de 2,9 à la base des horizons appauvris en témoigne. Le pH est en moyenne, nettement plus élevé également.

Sols associés

Ce sont surtout ceux du sous-groupe régique des sols peu évolués que nous trouvons voisinant un peu partout avec ce faciès peu profond des sols ferrugineux, le passage des uns aux autres s'effectuant insensiblement. Il en est de même avec ceux du faciès peu profond des sols à concrétions que nous étudierons par la suite. Quelques taches de vertisols et paravertisols à caractères peu accentués sont également partout visibles dans les ensembles cartographiés en cette unité. Le déterminisme du passage des uns aux autres est peu clair, vraisemblablement du fait de variations du soubassement lithologique car les positions topogéomorphologiques sont identiques et les détails du relief n'introduisent pas de possibilités d'explication sérieuse.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Elles sont nettement meilleures en définitive que celles des deux faciès déjà présentés dans ce sous-groupe non ou peu concrétionné. En effet, malgré la difficulté pour les racines de plonger dans l'argile d'altération relativement proche de la surface, les plantes bénéficient, en saison des pluies de la diffusion des éléments minéraux en provenance de cette zone d'altération autrement plus riche que les arènes plus ou moins grossières aux dépens desquels se forment les sols des deux faciès précédents. Si donc nous ne pouvons

guère envisager de possibilité de cultures pérennes pour ces sols il n'en reste pas moins que des plantes vivrières annuelles telles que maïs, haricot, ignames, riz peuvent y réussir. Malgré le faible taux d'argile, l'arachide est peu adaptée à ce genre de sol car les sables sont généralement très fins et permettent des phénomènes de "battance" nuisibles pour cette culture. Des pâturages assez intensifs peuvent être, également, envisagés.

— — —

Faciès peu profond, moyennement lessivé-appauvri dérivé d'altérations riches en minéraux argileux 2/1 de gneiss ou de micaschistes à muscovite (unité cartographique n°13).

Les caractéristiques générales des profils sont à peu près les mêmes que celles de l'unité précédente, mis à part la moindre éluviation des horizons supérieurs. Ces sols se développent sur des roches-mères généralement un peu plus riches en fer. Cette influence peut s'expliquer soit par la genèse, dès le développement du profil, d'une très forte quantité de montmorillonites (ferrifères) permettant par l'abondance des minéraux argileux et par un certain confinement, de bloquer, dans une certaine mesure, les mouvements d'argile soit par une meilleure agrégation des particules argileuses, conférant au matériau une plus grande stabilité structurale et par conséquent une meilleure résistance à la dispersion.

Ces sols présentent des caractéristiques chimiques et hydriques meilleures que celles de tous les sols précédents appartenant à ce sous-groupe. Cependant la plus forte proportion d'argile les rend sensibles à l'engorgement en saison des pluies. D'autre part, la structure des horizons A et B est souvent massive, s'accompagnant de compacité, cohésion et consistance plus élevées. En définitive, les possibilités offertes à leur exploitation se restreignent à des cultures peu exigeantes vis à vis des propriétés physiques: le riz pluvial en est la principale. On peut, sur les mieux drainés d'entre eux, envisager la culture d'ignames en buttes ainsi que des pâturages. Si le climat n'est pas le facteur limitant, on peut également envisager l'Elaeis, toujours sur les mieux drainés.

— — —

Faciès peu profond, moyennement appauvri, dans altération kaolinique plus ou moins hydromorphe de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 14).

Ces sols procèdent d'une phase d'érosion plus ou moins ancienne. Nous les trouvons principalement au voisinage de la chaîne Atacorienne sur les portions de la pénéplaine le plus affectées par l'enfoncement du réseau hydrographique et dans un environnement à dominance ferrallitique. L'hydromorphie ayant affecté les zones d'altération des micaschistes n'est vraisemblablement plus en équilibre avec les conditions pédoclimatiques actuelles car l'ensemble de ces sols n'est actuellement, plus affecté par un quelconque engorgement en saison des pluies. Cette morphologie hydromorphe de ces zones d'altération n'a pu se maintenir que dans la mesure où la pédoturbation et les remaniements n'ont pu s'exercer jusqu'au niveau auquel on l'observe. Ces remaniements ont été, en effet, un élément déterminant de la différenciation des horizons supérieurs : homogénéisation du matériau originel, concentration des éléments grossiers en un niveau bien distinct. Ils ont joué vraisemblablement un grand rôle dans les phénomènes d'appauvrissement en argile par tri textural.

Le profil de ces sols peut être schématisé de la façon suivante :

- Un niveau superficiel dépourvu ou pauvre en éléments grossiers, composé des horizons A_1 et A_2 , le premier le plus souvent assez pauvre en matière organique (moins de 1,3% pour l'ensemble des 10 premiers centimètres) et tous deux très appauvris en argile ainsi qu'en fer. Les couleurs vont du gris au beige ou beige-jaunâtre. La structure, un peu meilleure dans les horizons A_1 les plus organiques, est en général massive et l'abondance des sables quartzeux fins ou très fins facilite la formation d'une croûte assez solide en saison sèche.
- En dessous de ce premier niveau, nous passons souvent rapidement à une nappe de gravats quartzeux anguleux ou bien plus ou moins émoussés, parfois de grande taille (jusqu'à 10 - 15 cm) accompagnés de quelques nodules ferrugineux et/ou de pseudoconcrétions et parfois de petits blocs de cuirasse vraisemblablement résiduels. Le maigre remplissage de terre fine, ocre avec quelques zones plus rouge ou plus jaune présente une texture devenant progressivement argilo-sableuse ou sablo-argileuse. Sa structure est massive à très finement nuciforme, de cohésion moyenne.

Souvent, l'horizon A_2 , sableux, "mord" sur ce remplissage du niveau grossier.

- Enfin à une profondeur moyenne de 70 à 80 cm nous passons, également très rapidement dans la plupart des cas, à l'horizon C d'altération, en place, à zones rouge, ocre, rouille, blanc-jaunâtre et quelques unes gris-bleuâtre. Cet horizon est fréquemment, encore très riche en muscovite. La texture d'ensemble est argilo-finement sableuse. Les éléments grossiers sont rares et représentés seulement par de petits filonnets de quartz. La structure est massive à débit polyédrique de taille moyenne. Bien souvent la cohésion

d'ensemble est très forte en saison sèche, dans sa partie supérieure.

Ces sols ont des propriétés chimiques et physiques défavorables : capacité d'échange faible (réduite à quelques milliéquivalents %) dont la saturation n'excède que rarement 35% en dessous des 10 premiers centimètres, acidité prononcée (les pH s'abaissant fréquemment à 4,5), caractéristiques hydriques ne permettent pas un stockage d'eau suffisant pour la longue saison sèche, volume explorable par les racines restreint par la nappe de gravats, compacité souvent élevée, etc..

Ils ne peuvent convenir qu'à des cultures à cycle court, correspondant à la seule saison des pluies, et peu exigeantes : mil, sorgho et arachides sous réserve d'un bon ameublissement préalable, ainsi qu'à des pâturages temporaires.

Nous assistons ici, à une différenciation plus accentuée du profil par suite d'une redistribution importante des hydroxydes de fer à l'intérieur des profils. La plupart des auteurs ayant étudié ces sols ferrugineux attribuent leur induration discontinue en nodules et / ou concrétions à des processus d'hydromorphie temporaire se développant dans des horizons dont le colmatage serait entraîné par illuviation de l'argile provenant des horizons superficiels. Le déterminisme du concrétionnement ne semble pas devoir se traduire universellement par ce schéma. La notion de lessivage de l'argile est, en effet, souvent remise en question par le fait qu'on ne peut que rarement attribuer avec certitude les "ventres" argileux des profils granulométriques à un déplacement de particules. Bien souvent, les maximum observés ne traduisent qu'une argilification préférentielle des minéraux primaires altérables (feldspaths, ferromagnésiens, muscovite) grâce à un équilibre hydrique favorable. D'autre part, il est bien certain qu'un certain appauvrissement en argile réelle ou potentielle (c'est à dire celle qui aurait pu être formée par la silice et l'alumine libérées des minéraux primaires) s'effectue dans tous les profils, avec exportation définitive soit dans les eaux de percolation profondes, soit dans celles du ruissellement superficiel en nappe par le canal des remontées biologiques. Les analyses totales, permettant de calculer les rapports silice combinée / quartz et alumine / quartz montrent, au niveau du bilan de l'horizon le plus argileux une perte par rapport aux zones plus profondes, de ces deux éléments constitutifs du réseau des phyllites. Enfin, les remaniements évidents subis par tous les profils peuvent traduire des transports avec formation de profils complexes par recouvrement plus sableux que les niveaux sous-jacents. Toutefois, l'étude en cours de la pédogenèse de ce socle montre que les recouvrements allochtones sont rares. Il faut donc attribuer, pour revenir aux résultats des analyses totales, la différenciation des "profils" argileux des sols principalement aux phénomènes d'appauvrissement. Ceux-ci sont très vraisemblablement sous la dépendance des remontées de matériaux fins par la faune (termites, vers, forams) sélectionnant dans leur activité souterraine des matériaux plus plastiques que l'ensemble de la masse exploitée.

Que ce maximum des pourcentages d'argile induise, en profondeur, sur engorgement temporaire peut être facilement admis, étant donné d'une part l'abaissement de la porosité totale à ce niveau, et d'autre part, la concentration des pluies sur une relativement courte période. Que ces processus hydromorphes soient responsables d'une ségrégation ferrugineuse correspond à une réalité facilement observable. Cependant, que ces facteurs soient les seuls déterminants dans une telle concentration ferrugineuse reste une hypothèse de travail. En effet, nombre de sols ferrallitiques

profonds, très bien drainés présentent également dans certains de leurs horizons, un fort concrétionnement. On peut toujours supposer qu'ils furent à un moment ou un autre, affectés à ce niveau, par une certaine hydromorphie dont les traces auraient aujourd'hui disparu par pédoturbation grâce à la faune ou par tout autre cause d'homogénéisation. C'est là un schéma plausible mais non démontré.

Par ailleurs la chronologie relative des deux phénomènes : lessivage de l'argile et concentration profonde du fer fait l'objet d'interprétation contradictoires. P. DUCHAUFOR (1972) note, en effet, qu'en milieu acide et mal aéré, le fer migre d'une façon indépendante de l'argile et plus rapidement que celle-ci. Ce schéma est donc l'inverse de celui généralement adopté pour expliquer le concrétionnement du fer dans les sols ferrugineux.

Cette rapide revue des phénomènes aboutissant au développement des sols ferrugineux lessivés concrétionnés doit en outre mentionner la possibilité d'accumulation de gravillons de démantèlement d'anciennes cuirasses en nappes de gravats. Ces nappes de gravats, dès qu'elles sont recouvertes de matériaux meubles, présentent une morphologie très voisine d'un horizon de concrétionnement. Sans rejeter une telle possibilité ; nous devons mentionner (LEVEQUE, 1970) que, dans leur très grande majorité ces nodules et concrétions procèdent, sur le socle granito-gneissique togolais, d'un développement autochtone. Leurs gradients morphologiques, granulométriques et géochimiques souvent fort réguliers en fonction de la profondeur, dans chaque profil, écartent l'hypothèse d'une origine externe. Le transport, puis le dépôt de tels éléments indurés ne se conçoivent qu'aboutissant à une certaine homogénéisation. Il reste naturellement à savoir d'où provient le fer nécessaire : soit d'un lessivage vertical, à l'échelle du profil, soit d'un apport latéral, à l'échelle de toposéquences. Etant donné les phénomènes d'érosion superficielle en nappe, exportant des particules fines et, en particulier les sables fins quartzeux des horizons superficiels appauvris, il y a par ce fait, concentration du fer qui sous les grandes granulométries des concrétions et nodules, échappe à ce phénomène d'exportation. Les bilans géochimiques, devant se fonder sur la permanence d'un élément peu ou non altérable, c'est à dire du quartz en pratique, ne peuvent être sinon calculés, du moins estimés. La question de l'origine du fer reste donc posée. Quoiqu'il en soit, une très grande majorité de sols ferrugineux présente un fort concrétionnement. Celui-ci est plus ou moins intense et / ou puissant. Ses caractéristiques dépendent de la roche-mère, particulièrement de son pourcentage de fer total ou du matériau d'altération qui en dérive, mais surtout de la situation du sol sur le versant. Celle-ci conditionne le bilan hydrique du profil, base de toute redistribution ou concentration ferrugineuse.

Ce concrétionnement est relativement moyen dans tous les sols dérivés d'altérations ferrallitiques ou kaoliniques des témoins de l'ancienne pédiplaine. Vers l'aval des versants, son intensité et surtout la puissance des horizons intéressés s'accroissent jusqu'à un maximum correspondant à l'apparition des zones d'altération à caractères vertiques ou de zones dans lesquelles l'hydromorphie remonte assez haut dans les profils. Plus vers l'aval, la puissance des horizons à concrétions décroît rapidement tandis qu'apparaissent des sols ferrugineux lessivés hydromorphes dans lesquels les actions de nappe sont vraisemblablement le plus souvent responsables de l'induration ferrugineuse, des sols du sous-groupe non ou peu concrétionné ou bien encore des sols peu évolués régiques dérivés d'argile d'altération à caractères plus ou moins montmorillonitiques.

- - -

Faciès peu profond des sols ferrugineux lessivés à concrétions dérivés d'argile d'altération plus ou moins montmorillonitique de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 15).

Exemple : profil n° L 2436

LOCALISATION : à 1,450 km à l'Ouest de la piste Anié-Dagou, sur la piste d'Elavagnon ; latitude : 7°58'50" Nord ; longitude : 7°47'13" Est ; altitude : 219 mètres.

CLIMAT : tropical humide du type baouléo-dahoméen ; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.213 mm.

SITE : un peu en dessous de la mi-pente d'un glacis joignant le Mono à un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente 0° 45'

ROCHE-MERE : gneiss à biotite et amphibole du groupe de l'Ofé

VEGETATION : savane arborée et arbustive peu dense

SURFACE DU TERRAIN : unie.

Gris soutenu (10 YR 4/1-3/1 en sec) ; sableux ; pratiquement sans élément grossier (seulement quelques gravillons anguleux de quartz et petites concrétions peu multiformes ou subpisolitiques très isolés) ; particulière à massif ; meuble ; nombreuses racines ; passage assez lent à l'horizon sous-jacent.

26 - 43

Horizon de transition ; beige soutenu (10 YR 4/2-3/2 en sec) ; assez grossièrement sableux ; éléments grossiers peu nombreux représentés par des concrétions de petite taille, assez multiformes, accompagnées de gravillons, graviers et cailloux de quartz pouvant atteindre 5 cm) anguleux ou légèrement émoussés ; structure massive-particulaire à tendance nuciforme fine ; cohésion moyenne ; racines fines et très moyennement nombreuses ; passage peu rapide à l'horizon sous-jacent.

43 - 60

Très forte accumulation ferrugineuse figurée par des concrétions irrégulières pour les plus grosses (ne dépassant pas 1,5 à 2 cm) , peu multiformes ou subpisolitiques pour les plus petites , accompagnées d'un fort pourcentage de gravillons anguleux, de graviers et assez petits cailloux (quelquefois plus ou moins émoussés) de quartz ainsi que de quelques ensembles quartzofeldspathiques ; le remplissage de terre fine est beige (10 YR 4/3 en sec) , argilo-grossièrement sableux , de structure massive, de cohésion assez faible à faible ; racines un peu plus nombreuses que précédemment ; passage assez rapide à l'horizon sous-jacent.

60 - 83

Forte à très forte accumulation quartzoferrugineuse de cailloux (pouvant atteindre 7 cm) assez souvent émoussés ou subémoussés, de graviers et de gravillons de quartz anguleux, ainsi que de petites concrétions , peu multiformes, subpisolitiques et pisolitiques, assez souvent très légèrement patinées ; la matrice est gris-bleu avec d'assez nombreuses à nombreuses petites taches bien délimitées ocre-rose (2,5 YR 5/6 en sec) et ocre-rouge (10 R 4/4-4/6) , bien argileuse, massive à très faible tendance finement polyédrique , de cohésion moyenne ; très rares racines ; à noter quelques très rares petits feldspaths solides ; passage rapide à l'horizon sous-jacent .

83 - 170 (et en dessous)

Argile d'altération à caractères vertiques (présence de quelques slickensides, surtout en dessous de 110), de couleur gris-verdâtre assez clair (5 Y 5/1-5/2 en sec) avec des taches

profil n° L-2436

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	
Profondeur minim. (cm)	0	27	45	74	98	133	
Profondeur maxim. (cm)	8	34	56	79	104	139	
Elements Grossiers %	1,38	20,99	73,00	67,33	1,89	0,45	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE							
Argile %	7,75	9,50	25,75	48,00	48,00	44,25	
Limon fin %	3,50	2,75	2,75	4,50	7,25	10,00	
Limon grossier %	6,65	5,45	3,03	2,15	6,28	6,70	
Sable fin %	35,10	31,13	13,00	7,15	17,00	20,20	
Sable grossier %	38,38	48,25	49,25	30,75	14,05	14,55	
Matière Organique totale %	40,28	26,68	25,56	11,25	5,64		
Carbone Organique ‰	23,42	15,51	14,86	5,54	3,28		
Azote ‰	1,20	0,83	0,95	0,50	1,14		
C/N	19,52	18,69	15,64	13,08	2,88		
Matières Humiques totales C %	4,05	3,13		0,94			
Acides Humiques C %	3,08	1,60		0,10			
COMPLEXE D'ECHANGE %							
Ca m.e. %	5,74	3,70	6,17	8,54	16,91	18,30	
Mg m.e. %	1,52	1,22	3,94	7,04	13,97	15,17	
K m.e. %	0,16	0,06	0,11	0,13	0,15	0,12	
Na m.e. %	0,06	0,06	0,09	0,28	0,68	0,76	
S m.e. %	7,48	5,04	10,31	16,05	31,71	34,35	
T m.e. %	8,40	5,81	15,28	22,66	31,09	34,07	
S/T %	83,05	86,75	67,47	70,83	sature'	sature'	
pH eau	6,80	6,10	6,10	6,60	7,40	7,50	
pH KCl	6,10	5,10	5,10	5,40	6,20	6,30	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,02	1,09	1,08	1,19	0,95		
P ₂ O ₅ assimilable (traces) ‰	0,03	Traces	Traces	Traces	Traces		
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %				17,94		13,74	
Fe ₂ O ₃ libre (methode DEB) %		2,47	7,35	12,89	7,73	8,81	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %				74,85		64,12	
ATTAQUE TRIACIDE							
Résidu quartzéux %		67,80	23,35		23,00		
SiO ₂ combinée %		10,05	23,22		31,35		
Al ₂ O ₃ %		6,58	16,71		16,38		
Fe ₂ O ₃ %		6,24	14,24		13,60		
TiO ₂ %		1,86	1,56		1,12		
CaO %		1,53	2,12		2,62		
H ₂ O %		0,60	0,97		1,12		
Na ₂ O %		0,04	0,05		0,07		
K ₂ O %		0,13	0,23		0,14		
P ₂ O ₅ %		0,07	0,11		0,10		
MnO %		0,28	1,67		0,20		
Perte au Feu %		4,76	10,04		8,55		
Rapp. moléc. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		2,59	2,35		3,24		

bien délimitées, ocre à ocre sale (7,5 YR 5/6) , plus nombreuses mais un peu plus petites en profondeur vers laquelle elles sont accompagnées de petites taches noirâtres ; pratiquement pas d'éléments grossiers (quelques petits gravillons anguleux de quartz très peu ferruginisés dans l'ensemble , quelques petites concrétions peu multifformes ou subpisolitiques, cantonnées dans la partie supérieure de l'horizon , et quelques ensembles quartzofeldspathiques) . à noter la présence d'assez peu nombreux petits feldspaths solides, et d'assez nombreuses zones de biotite mordorée en profondeur ; structure polyédrique de taille moyenne.

Caractères Généraux.

La proximité de cette argile d'altération riche en bases se reflète dans l'état de saturation du complexe des horizons supérieurs de même que la somme des bases échangeables : 60 % et 6 m.é. % respectivement pour ces deux variables sont des minimum. Les pH sont également relativement élevés puisqu'ils approchent même de la neutralité dans l'horizon humifère . Néanmoins , et c'est là ce qui les différencie des sols régiques dégradés à évolution ferrugineuse, l'évolution géochimique du complexe argileux des horizons supérieurs est plus poussée : les rapports silice / alumine peuvent s'y abaisser à 2,3. Il existe bien souvent, à la base de l'horizon concrétionné, une discontinuité non seulement morphologique marquant le passage à l'argile d'altération , mais également géochimique. Elle est parfois tellement marquée qu'on peut se demander si le profil n'est pas, en fait , complexe.

L'originalité de ces profils reste essentiellement dans leur différenciation très accusée sur une aussi faible profondeur : niveau meuble très pauvre en éléments grossiers et souvent très éluvié , niveau grossier absolument dominé par le concrétionnement laissant en définitive peu de place pour la terre fine, enfin le niveau d'argile d'altération , absolument en place (présence assez fréquente de filonnets de quartz peu ou non disloqués) sans, ou pratiquement sans, éléments grossiers, tous les passages entre ces groupes d'horizon s'effectuant très rapidement.

Ces sols sont parfois affectés, d'une certaine hydromorphie due à l'imperméabilité de l'argile d'altération et à leur situation de bas de pente mais il ne semble pas que cet engorgement temporaire soit le facteur déterminant de la redistribution ferrugineuse. On peut en effet, observer dans de tels profils, que la formation de concrétions s'effectue non dans les horizons les plus touchés par cette hydromorphie , mais au sein de l'argile d'altération très vraisemblablement par dégradation du réseau argileux avec libération puis concentration sur place du fer constitutif des montmorillonites.

Sols associés.

Termes de passage entre les sols plus profonds, presque toujours concrétionnés et lessivés que l'on trouve plus en amont sur les versants et les sols du complexe de bas de pente (sols régiques dans argile d'altération, vertisols et paravertisols) ils sont naturellement associés à ceux-ci selon les irrégularités du façonnement des bas de pentes.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Les trois facteurs limitant la fertilité de ces sols sont : manque de profondeur, volume accessible aux racines restreint par la présence d'un horizon très riche en concrétions, un certain engorgement de l'horizon B en saison des pluies. Les caractéristiques chimiques ne posent pas trop de problèmes si ce n'est pour le phosphore mais cette déficience est générale pour tous les sols ferrugineux. Les cultures les mieux adoptées à ce genre de sols sont celles de plantes annuelles à système racinaire trasant et les méthodes culturales devront tenir compte du manque de profondeur et du possible engorgement profond, en ne retenant que plantations ou semis en billon ou en buttes. Le coton est assez mal adapté à de tels sols et l'on devra plutôt se rabattre sur des cultures vivrières telles que ignames, maïs, haricot. Dans les endroits les plus humides, le riz peut donner de bons résultats.

- - -

Faciès peu profond, dérivé d'altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschiste à muscovite ou d'arène de gneiss leucocrate (unité cartographique n° 16).

Caractères généraux : ils sont pour l'essentiel, identiques à ceux de l'unité précédente. Toutefois les profils sont généralement moins argileux, les horizons supérieurs éluviés plus épais et les maximum argileux moins élevés. La moindre richesse du matériau originel en bases se reflète par des sommes de bases échangeables ainsi que par des saturations plus faibles d'un complexe dont la capacité d'échange est elle-même moindre également. Les pourcentages de concrétions par rapport à la terre totale sont souvent moins élevés. L'engorgement profond en saison des pluies est souvent moins accusé, étant donné le caractère plus drainant de l'ensemble du profil.

On trouve ces sols dans les mêmes situations topogéomorphologiques que les précédents. Leur association avec les faciès profonds des sols ferrugineux lessivés concrétionnés est générale mais elle est très rare avec les sols du sous groupe régique des sols peu évolués développés dans l'argile

d'altération. Ceux-ci sont remplacés par des sols ferrugineux du sous-groupe hydromorphe, développés à partir de matériaux identiques (altération micaschiste ou arène de gneiss) ainsi que par des sols développés dans des complexes colluvio-alluviaux.

Propriétés , agronomiques et possibilité d'utilisation.

Ces sols sont du point de vue chimique, nettement moins fertiles que ceux de l'unité précédente même si les propriétés physiques permettent à l'enracinement d'explorer un plus grand volume de sol. Des cultures assez peu exigeantes sur le plan chimique seront seules envisageables : arachide, mil, sorgho. Le coton pourrait être cultivé sur ces sols mais sous la condition expresse de redresser par apport d'engrais , les déficiences soulignées.

- ~ -

Faciès profond fortement appauvri , dérivé d'arène de gneiss leucocrate ou d'altération finement sablo-limono-argileuse de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 17).

Ces sols sont assez largement représentés sur le socle, et davantage dans les régions méridionales que dans le nord. Leur répartition suit, pour l'essentiel , la direction structurale générale SSW-NNE. Ils forment d'assez vastes ensembles couvrant des interfluves presque entiers, surtout au sud du 8ème parallèle.

Exemple : profil n° L 2422.

LOCALISATION : à 5,000 km à l'Est du Centre d'Akaba, sur la piste joignant ce village à Nyamassila ; latitude : 7° 58' Nord ; longitude : 1° 06' Est ; altitude : 285 mètres environ.

CLIMAT : tropical humide ; du type baouléo-dahoméen ; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.200 mm environ.

SITE : en bas de pente d'un petit glacis d'un interfluve découpé lui-même dans un grand glacis rayonnant d'un témoin de l'ancienne pédiplaine pente : 2° 20'.

ROCHE-MERE : micaschiste feldspathique du groupe d'Alamagney.

VEGETATION : savane arbustive et arborée moyennement dense.

SURFACE DU TERRAIN : unie.

Gris (10 YR 4/1-5/1 en sec) ; sableux ; éléments grossiers peu nombreux , représentés par des concrétions dans l'ensemble petites à très peu petites (quelques une seulement atteignent 2 cm) assez multiformes et irrégulières généralement, peu multiformes à subpisolitiques pour les plus petites, accompagnées de gravillons et quelques petits graviers émoussés de quartz ; structure particulière à vague tendance nuciforme fine ; meuble ; nombreuses fines racines passage assez lent à l'horizon inférieur.

20 - 168

Très intense accumulation ferrugineuse figurée par des concrétions , irrégulières (ou peu multiformes pour les plus petites) , de toutes tailles jusqu'à 2.5 cm, évoluant le plus souvent en une carapace très fragile entre 50 et 130 cm de profondeur, accompagnées, jusqu'à 85 cm, de quelques petits blocs cuirassés, et, jusqu'à 40 cm, presque exclusivement de quelques cailloux de quartz atteignant 7 cm, anguleux, ou très rarement légèrement émoussés, tandis que nous retrouvons, dans tout l'horizon des gravillons et graviers de quartz anguleux (en dessous de 40, les cailloux de quartz sont très rares : sur toute la coupe nous n'en voyons que de rares, espacés entre 145 et 168, d'ailleurs quelquefois assez bien émoussés) ; à noter que les concrétions présentent souvent un assemblage lité ; le remplissage très maigre de terre fine, de beige légèrement rosé (7,5 YR 6/4 - 10 YR 5/3 en sec) au sommet de l'horizon , passe très progressivement à rose (2,5 YR 5/4) pour présenter, en dessous de 145, de petites zones beige légèrement rosé (7,5 YR 6/4) et rouge (2,5 YR 5/4-4/4) ; la texture, de grossièrement sableuse, ne passe (très progressivement) à argilo-grossièrement sableuse qu'en dessous de 110 , profondeur à partir de laquelle on peut noter quelques faces luisantes ; structure particulière (à agrégats simples et fragiles vers la base de l'horizon) ; cohésion très faible ; entre 50 et 125, on peut noter de petites galeries moyennement nombreuses ; en dessous de 110, apparaissent quelques petites paillettes de muscovite ; passage rapide à l'horizon sous-jacent.

168 - 200 (et en dessous)

Zone d'altération de schistes à muscovite d'abord de mêmes couleurs que la base de l'horizon sous jacent, puis passant progressivement à ocre sale (7,5 YR 5/6 en sec) avec quelques petites zones gris-verdâtre clair (5 Y 6/3)

profil n° L 2422

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H
Profondeur min. (cm)	0	21	40	68	91	122	155	172
Profondeur max. (cm)	8	32	53	80	103	135	164	182
Elements Grossiers %	14,13	79,15	79,83	86,48	87,10	84,51	75,34	0,92
ANALYSE GRANULOMETRIQUE								
Argile %	5,75	6,50	7,00	21,25	22,00	33,00	33,25	34,50
Limon fin %	2,50	2,50	3,75	4,25	4,50	5,00	7,00	10,00
Limon grossier %	5,63	3,20	3,38	4,15	2,75	2,85	3,65	4,85
Sable fin %	37,40	30,10	22,45	13,92	11,25	8,45	14,90	22,40
Sable grossier %	45,75	55,18	62,35	54,35	56,85	47,10	36,10	23,85
Matière Organique totale %	31,92	15,88	7,72	10,17	11,76			
Carbone Organique ‰	18,56	9,23	4,49	5,91	6,84			
Azote ‰	1,05	0,65	0,34	0,47	0,68			
C/N	17,68	14,20	13,21	12,57	10,06			
Matières Humiques totales C %	4,07		0,96		1,09			
Acides Humiques C %	2,81		0,26		0,09			
COMPLEXE D'ECHANGE %								
Ca m.e. %	4,07	2,08	1,03	1,55	2,85	4,50	5,69	
Mg m.e. %	0,57	0,63	0,63	0,33	0,69	1,60	2,43	
K m.e. %	0,18	0,08	0,11	0,16	0,63	0,21	0,22	
Na m.e. %	0,11	0,02	0,01	0,02	0,04	0,06	0,21	
S m.e. %	4,93	2,81	1,78	2,06	4,21	6,37	8,55	
T m.e. %	6,55	5,04	3,64	5,46	6,17	9,87	12,78	
S/T %	75,27	55,75	48,30	37,73	68,23	64,54	66,90	
pH eau	6,80	7,10	7,10	6,20	5,80	6,20	6,10	6,10
pH KCl	6,10	6,00	5,70	4,90	4,60	5,00	5,00	4,40
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,47		1,15		1,33		0,68	
P ₂ O ₅ assimilable (trauc) ‰	0,03		0,03		0,02			
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	3,55							
Fe ₂ O ₃ libre (methode DEB) %	1,84		3,44		3,46		5,67	6,84
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	51,83							
ATTAQUE TRIACIDE								
Résidu quartzueux %			74,40		29,25		25,20	16,20
SiO ₂ combinée %			8,35		23,70		28,48	34,31
Al ₂ O ₃ %			6,46		18,63		19,58	22,44
Fe ₂ O ₃ %			4,00		12,96		12,64	11,04
TiO ₂ %			0,86		1,12		0,94	0,86
CaO %			2,21		2,30		2,34	3,35
MgO %			0,30		0,98		1,28	1,73
Na ₂ O %			0,09		0,10		0,14	0,15
K ₂ O %			0,44		0,88		1,16	1,32
P ₂ O ₅ %			0,11		0,12		0,08	0,09
H ₂ O %			0,22		1,01		0,51	0,12
Perte au Feu %			3,20		9,19		8,69	10,03
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃			2,19		2,15		2,47	2,59

tandis que la texture passe d'argilo-sableuse à sablo-argileuse ; pratiquement pas d'élément grossier (mis à part quelques cailloux isolés pouvant atteindre 7 cm et quelques gravillons anguleux de quartz ainsi que de très rares petites concrétions peu multifformes et subpisolitiques vers le sommet de l'horizon) ; cohésion passant progressivement de forte à moyenne du moins pour la terre fine, car à partir de 200, les blocs et fragments de roche-mère quoiqu'altérée, offrent avec la conservation de leur structure, une cohésion croissante.

Caractères Généraux.

On pourrait schématiser la morphologie de ces sols par le fait que leur évolution tend vers une concentration ferrugino-quartzeuse exclusive, dans les horizons sus-jacents à la zone d'altération. Cette concentration est caractérisée par un niveau grossier, très riche en nodules ferrugineux (associés à un plus ou moins fort pourcentage de gros quartz résiduels) et ne laissant que peu de place pour une terre fine également essentiellement quartzo-sableuse sur une grande épaisseur. Si le niveau superficiel (horizon A₁ et A₂) présente quelque cohésion grâce à la matière organique et à la dominance de sables fins), le niveau grossier Bfe) offre un débit facile : il est "boulant" par suite de la dominance de sables grossiers (structure essentiellement particulière). Ce n'est qu'à la base du Bfe que nous retrouvons une certaine cohésion grâce à la permanence fréquente d'un certain taux d'argile. Celui-ci ne procède pas d'un lessivage, mais d'une argilification préférentielle, l'approfondissement du phénomène d'appauvrissement n'ayant pas encore atteint ce niveau. Dans une importante partie supérieure, ce niveau grossier est donc un A₂ - Bfe tandis que plus profondément il passe à un B d'argilification ~ Bfe.

Cet appauvrissement porte non seulement sur l'argile, mais également sur le fer de l'"emballage" des nodules : les taux supérieurs à 12 % que nous notons pour la terre fine du niveau grossier portent plus sur la présence de très petits nodules ou concrétions que sur des complexes argilo-ferrugineux meubles, non indurés. Nous aboutissons donc à des profils souvent très décolorés.

Le passage du niveau grossier à la zone d'altération sous-jacente est généralement rapide.

En dessous de l'horizon superficiel, humifère, le taux de saturation en bases échangeables baisse rapidement jusqu'à 38 % environ, à une profondeur moyenne oscillant entre 60 et 90 cm de profondeur.

Il ne se relève que dans les horizons profonds les plus argileux et peut même atteindre plus de 90 % dans les zones d'altération . Celles-ci sont cependant trop profondes pour qu'elles puissent influencer d'une façon sensible sur la fertilité chimique générale des sols. La richesse en bases échangeables suit à peu près exactement les variations de ce taux de saturation. Le taux de matière organique est, en gros, moyen ; s'il peut atteindre 4 % dans certains sols, cette concentration n'intéresse cependant qu'une épaisseur faible. En dessous des 10 ou 15 premiers centimètres, les pourcentages s'abaissent en dessous de 2.

Au plan géochimique, l'évolution est donc très poussée, puisqu'elle aboutit à la libération totale du fer des minéraux primaires, élément qui se concentre sur place. Par ailleurs, les rapports moléculaires silice/alumine s'abaissent rapidement dans les horizons sous-jacents à la zone d'altération et pour des valeurs inférieures à 2,2 ne reflètent plus, rapidement que la présence de kaolinite associée à quelques traces d'illite vraisemblablement.

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utilisation

Ces sols sont évidemment profonds, mais le volume explorable par les racines est en réalité très diminué par la présence de nodules et concrétions abondants . Les propriétés hydriques sont d'autre part assez défavorables, par suite de la dominance des sables . La fertilité chimiques , enfin, est très moyenne pour les trois éléments principaux : N, P et K. Le seul facteur favorable provient du ressuyage rapide de ces sols. En ce sens, la culture du coton pourrait être tentée, mais interrompue par d'assez longues jachères et sous réserve d'apports d'engrais réguliers.

Les autres cultures possibles sont : l'arachide , le sorgho, le mil. Des essais (avec fumure minérale) doivent être tentés pour le maïs, igname, haricot, etc ... c'est à dire pour un éventail assez large de plantes vivrières, puisque ces sols couvrent des zones relativement étendues et que toute implantation humaine devra en retirer sa subsistance.

- - -

Faciès profond, fortement appauvri, fortement concrétionné, dérivé d'altérations riches en argiles 2/1 issues de gneiss leucocrate à mésocrate ou de micaschistes à muscovite (unité n° 17 a).

Ses caractéristiques sont essentiellement les mêmes que celles de l'unité précédente. Elles ne diffèrent que sur un point important : le drainage des horizons profonds. Les maximum argileux notés à la base du niveau grossier sont souvent plus élevés et la présence d'argiles riches en minéraux 2/1 en profondeur entraîne le plus souvent un certain engorgement des horizons sus-jacents, si bien que des caractères hydromorphes se développent fréquemment. Les caractéristiques des horizons appauvris ne diffèrent pas notablement de ce que nous avons observé pour l'unité précédente.

En général, ces sols ne conviendront pas au coton, mais toutes les autres cultures, envisagées pour l'unité 17, peuvent y être tentées.

- - -

Faciès profond à lessivage - appauvrissement moyennement profond dérivé d'altérations souvent riches en argiles 2/1 issues de gneiss (à deux micas, à amphiboles et/ ou biotite) ou de micaschistes à muscovite. (unité cartographique n° 18)

Ce sont les sols les mieux représentés dans la zone cartographiée. Ils couvrent une grande partie des versants et même les axes d'interfluves quand l'abaissement du paysage a fait disparaître les témoins plus ou moins ferrallitisés de l'ancienne pédiplaine. Ils cèdent souvent la place, vers l'aval, aux sols ferrugineux des faciès peu profonds. Ceux-ci peuvent remonter plus ou moins sur les versants selon la proximité du niveau de base.

Exemple : profil n° L 2726.

LOCALISATION : à 1,140 km de la piste Bagou-Morita, sur un lagon à 79°, débutant à 200 m au sud du carrefour de la piste menant à Atikpaï ; latitude : 8°10'03" Nord ; longitude : 1°21'31" Est.

CLIMAT : tropical humide, guinéen du type baouléo-dahoméen ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.200 mm environ.

SITE : entre la mi-pente et le quart supérieur d'un assez long glacis aboutissant à un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente : 1° 00 ;

ROCHE-MERE : gneiss biotite et amphibole du groupe de l'Ofé,

VEGETATION : savane assez arbustive et arborée.

SURFACE DU TERRAIN : unie - quelques termitières aux environs.

de brun (10 YR 4/2 en sec) passe progressivement à brun-rougeâtre (5 - 7,5 YR 4/2) ; sableux ; assez nombreuses à nombreuses concrétions gris-brunâtre non patinées de formes assez irrégulières (composites) pour les plus grosses (ne dépassant pas 20 à 23 mm) ou subpisolitiques pour les plus petites, accompagnées de gravillons anguleux de quartz, le plus souvent très petits et de très rares petits cailloux aplatis de quartzite isolés dans la partie inférieure de l'horizon ; structure particulière ; cohésion d'ensemble faible à très faible (débit croûlant) ; racines moyennement nombreuses ; passage assez progressif.

34 - 110

très forte accumulation ferrugineuse de concrétions ocre, sensiblement identiques à celles trouvées dans l'horizon supérieur, accompagnées de très rares petits gravillons de quartz anguleux ; la matrice passe progressivement de rouge (2,5 YR 4/6 en sec) à ocre rouge - ocre-saumon (5 YR 5/4 - 4/4) ; texture rapidement et nettement argileuse ; structure massive, se résolvant lors du débit, en petits agrégats nuciformes à polyédriques ; cohésion d'ensemble : assez faible ; racines devenant rapidement rares ; de 50 à 100, surtout, on peut noter des zones de nombreuses galeries dont la section ne dépasse pas 7 à 8 mm ; passage assez rapide pour la composition des éléments grossiers, lent pour les autres caractères.

110- 173

forte accumulation ferrugino-quartzeuse de concrétions identiques à précédemment (mais dont la taille peut atteindre 3 cm) et de cailloux (jusqu'à 7 cm) et graviers de quartz anguleux ou de 110 à 125, plus ou moins émoussés, cédant progressivement la place à une faible accumulation quartzeuse de cailloux, graviers et gravillons très peu ferruginisés uniquement anguleux, pouvant atteindre 25 cm, les concrétions diminuant de taille et disparaissant très rapidement dès 150 ; la matrice, de petites taches saumon (2,5 YR 6/6 en sec), rouge-brique (10 R 3/6 - 4/6) bordées de jaune ocre (10 YR 6/6), jaune pâle (2,5 Y 8/2 - 8/4), moyennement délimitées, passe progressivement à de petites taches assez bien ou bien délimitées, gris (5 Y 5/1) gris-légèrement violacé (10 YR 4/1) sur les faces structurales, ocre (7,5 YR 6/6), rouge sombre (2,5 YR 3/6 - 4/6) et vert très pâle ; texture nettement argileuse, avec quelques revêtements argileux extrêmement minces, gris-légèrement mauve sur les faces structurales de la moitié inférieure de l'horizon ; quelques très vagues faces luisantes dans

profil n° L-2726

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur minim. (cm)	0	13	43	70	123	158	176	200	
Profondeur maxim. (cm)	7	26	55	82	137	171	185	210	
Elements Grossiers %	47,56	57,82	73,33	75,56	66,72	10,82	6,68	3,06	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	8,50	10,00	42,50	32,00	48,75	43,75	34,75	31,00	
Limon fin %	5,25	5,25	8,75	8,75	10,00	9,75	11,00	9,50	
Limon grossier %	5,35	4,44	4,90	5,60	6,37	5,25	8,17	11,55	
Sable fin %	36,32	35,71	14,10	16,35	11,92	13,02	20,35	22,55	
Sable grossier %	40,65	41,80	25,35	33,70	15,36	23,90	16,65	19,83	
Matière organique %	19,09	15,67	15,10	9,15	4,95	4,78	3,56		
Carbone organique %	11,10	9,11	8,78	5,32	2,88	2,78	2,07		
Azote %	0,65	0,50	0,67	0,52	0,22	0,27	0,21		
C/N	17,08	18,22	13,10	10,23	13,09	10,30	9,86		
Matières Humiques totales C %	2,18		1,81		0,50				
Acides Humiques C %	1,35		0,20		0,07				
COMPLEXE D'ECHANGE									
Ca m.e. %	4,87	3,36	6,27	4,72	5,35	8,79	10,49	13,57	
Mg m.e. %	0,49	0,51	2,31	2,13	4,23	8,82	11,79	15,26	
K m.e. %	0,09	0,08	0,25	0,11	0,12	0,11	0,07	0,11	
Na m.e. %	0,02	0,02	0,09	0,08	0,08	0,15	0,15	0,20	
S m.e. %	5,47	3,37	8,92	7,04	9,78	17,87	22,50	29,14	
T. m.e. %	7,31	5,96	14,45	11,56	14,33	24,33	31,89	34,05	
S/T %	74,83	66,61	61,73	60,90	68,25	73,45	70,56	85,58	
pH eau	6,50	6,00	5,75	6,05	6,10	6,40	6,10	6,40	
pH KCl	6,15	5,50	5,30	5,55	5,40	5,30	5,50	5,40	
P ₂ O ₅ total (attaque nitrique) %	1,93	0,87	1,18	1,05	0,87	0,74	0,97	0,88	
P ₂ O ₅ assimilable (rénée) %	0,01	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03			
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	3,51	4,06	10,82		11,87	11,65	15,94	13,29	
Fe ₂ O ₃ libre (DSS) %	2,30	2,44	8,02		9,51	8,05	11,07	7,78	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ HCl %	65,52	60,10	74,12		80,12	69,10	69,45	58,54	

tout l'horizon ; massif se résolvant en polyèdres fins puis assez fins ; friable dans la moitié supérieure de l'horizon ; forte cohésion d'ensemble ; les racines disparaissent pratiquement, dès 145 ; passage rapide pour la disparition des éléments grossiers, progressif pour les autres caractères.

173 - 215 (et en dessous)

argile sableuse d'altération d'abord à petites taches mal délimitées, ocre clair (7,5 YR 6/6), gris (5 Y 4/1), vert-gris pâle (5 Y 6/2) et violacé sombre (2,5 YR 2/4) puis à taches toujours petites, mais légèrement mieux délimitées vert-gris pâle (5 Y 6/2), ocre (7,5 YR 6/6), gris perle (5 Y 5/1) et gris légèrement mauve (10 YR 4/1) ; éléments grossiers rares puis très rares, représentés d'abord par quelques très petites concrétions ocre assez tendres de formes assez régulières, disparaissant rapidement tandis qu'apparaissent de petits fragments d'amphibolite encore relativement peu altérée ; structure polyédrique d'abord assez fine, puis légèrement plus large avec quelques petits slickensides ; cohésion d'ensemble assez forte .

Caractères généraux.

Les grands traits du profil restent les mêmes que ceux des deux unités précédentes. La caractéristique particulière de ces sols est leur texture d'ensemble plus que celle de l'unité précédente. Les horizons supérieurs éluviés sont nettement moins puissants et, d'autre part, les maximum argileux que l'on atteint à relativement faible profondeur, sont sensiblement plus élevés. La lixiviation des bases est également souvent moins poussée et tant leur somme que le taux de saturation qu'elles assurent au complexe d'échange sont relativement forts. En particulier, les taux de saturation sont, dans tout le profil de référence, supérieurs à 60% . Un assez fort pourcentage de fer lié aux argiles permet à une assez bonne structure finement polyédrique de se développer. Nous voyons dans tous ces caractères l'influence d'une roche-mère assez basique. Ceci est particulièrement net au niveau de l'argile d'altération qui présente quelques petites faces de glissement.

Sols associés.

Les possibilités principales d'association proviennent de l'hétérogénéité du soubassement . Bien souvent celui-ci présente des passées plus leucocrates si bien que nous voyons fréquemment

apparaître des sols à rattacher aux deux unités précédentes, beaucoup plus appauvris et lixiviés dans l'ensemble. Selon les détails de la topographie, nous observons fréquemment des zones de sols ferrugineux indurés à carapace, s'alignant en minces bandes parallèles aux courbes de niveaux et préférentiellement en deux situations topogéomorphologiques : en amont, au passage vers les zones plus ou moins ferrallitisées des témoins de l'ancienne pédiplaine, à l'aval, au passage vers les sols de faciès peu profonds ou bien aux sols ferrugineux hydromorphes fréquents. Ces bandes carapacées sont discontinues et sont mises parfois à l'affleurement par l'érosion, que celle-ci soit normale, propre au ruissellement en nappe affectant naturellement toutes ces régions de savane ou bien qu'elle soit catastrophique (anthropique).

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation.

Bien qu'un fort volume soit inaccessible à l'enracinement, à cause de la présence d'un horizon concrétionné aussi puissant et intense, les propriétés chimiques et physiques de la matrice se situent dans une assez bonne moyenne pour pouvoir envisager de nombreuses cultures. Le coton est la possibilité la plus sérieuse de ce genre de sols, mais toutes les autres cultures annuelles sont envisageables (maïs, haricot, ignames etc...) mis à part le riz ne s'accommodant certainement pas de ces sols trop drainants. Le manioc est également, une possibilité, sauf, naturellement, si le climat est le facteur limitant.

- - -

Faciès profond à lessivage - appauvrissement moyennement profond dans altération ferrallitique à kaolinite très dominante dérivée de gneiss (à deux micas ou bien à amphibole et / ou biotite) ou de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 19).

Ces sols sont cantonnés sur les témoins de l'ancienne pédiplaine et ne couvrent donc les interfluves que dans la mesure où ceux-ci n'ont subi que des réajustements limités au cours des événements géomorphologiques du Quaternaire. Leur extension diminue donc progressivement du nord vers le sud de la péninsule. Ils correspondent à un polyphasage net, entraîné par l'évolution climatique également quaternaire. Celle-ci fut caractérisée, semble-t-il par une alternance accusée entre saisons pluvieuses et sèches avec diminution du total des précipitations. Ayant eu pour conséquence, entre autres, une modification profonde du couvert végétal, elle a permis à une pédogenèse de type ferrugineux d'affecter les parties superficielles des zones d'altération ferrallitiques profondes là où l'érosion géologique les a en partie ou totalement préservées.

Exemple : profil n° L 2734.

LOCALISATION : à 3,500 km à l'Ouest du centre de Patala sur la piste Tchetti-Corrékopè ; latitude : 7°46'11" - Nord ; longitude : 1°30'49" Est.

CLIMAT : tropical humide , guinéen, du type baouléo-dahoméen ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.200 mm environ ; température moyenne annuelle : 26 °

SITE : sur un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente : 0°20' ; altitude : 215 m environ.

ROCHE-MERE : embréchite de gneiss à biotite, du groupe de Chra.

VEGETATION : savane arbutive et arborée moyennement dense.

SURFACE DU TERRAIN : unie ; quelques termitières aux environs

0 - 18

rose sale à rose-brun (5 YR 5/3 en sec) ; sableux ; rares éléments grossiers représentés par de très petites ou petites concrétions violacées, très légèrement patinées, de formes assez irrégulières, ainsi que par de petits gravillons de quartz anguleux ; massif-particulaire à débit en très petits agrégats nuciformes ou grumeleux fragiles ; cohésion d'ensemble : assez faible à faible ; nombreuses racines ; passage rapide pour l'apparition du très fort concrétionnement , progressif pour les autres caractères.

18 - 50

très forte accumulation ferrugineuse de concrétions brun-violacées de formes assez irrégulières, englobant d'assez nombreux grains de quartz, et dans les 20 cms supérieurs, de petits blocs cuirassés pouvant atteindre 7 cm (très rarement 20 cm), associés à de très rares cailloux de quartz anguleux ou émoussés atteignant 6 cm, cantonnés au sommet de l'horizon , ainsi qu'à de petits gravillons anguleux de quartz également ; la matrice est rouge à rose (2,5 YR 5/4 - 5/6 en sec), de texture grossièrement sableuse et de structure particulière-massive avec tendance à la formation de micro-agrégats ; assez poreux ; cohésion d'ensemble faible à très faible (débit croûlant) ; assez nombreuses fines racines ; passage assez progressif.

profil n° L-2734

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur minim. (cm)	0	26	65	90	123	152	200	243	
Profondeur maxim. (cm)	8	37	73	100	131	162	208	265	
Eléments Grossiers %	5,63	71,52	53,74	50,70	37,35	8,25	1,46	3,02	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	10,00	10,75	28,50	37,25	44,00	51,00	43,50	45,50	
Limon fin %	4,75	3,75	4,50	5,00	6,75	9,75	13,25	15,25	
Limon grossier %	7,66	7,35	4,60	5,72	5,00	6,55	6,55	6,65	
Sable fin %	34,60	20,50	13,41	11,55	10,35	9,32	13,50	11,00	
Sable grossier %	39,75	55,74	47,65	39,31	31,80	20,85	21,50	19,60	
Matière Organique totale %	14,38	6,13	4,25	3,52	3,61	3,35	2,86	4,01	
Carbone Organique ‰	8,36	3,60	2,82	2,28	2,10	2,32	1,66	2,33	
Azote ‰	0,49	0,33	0,29	0,29	0,27	0,27	0,27		
C/N	17,06	10,91	3,72	7,86	7,78	8,59	6,15		
Matières Humiques totales C %	1,47	0,70	0,05		0,45				
Acides Humiques C ‰	0,88	0,21	0,05		0,04				
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰									
Ca m.e. %	2,64	1,15	1,82	2,45	2,87	2,64	2,70	2,46	
Mg m.e. %	0,54	0,18	0,81	0,94	1,19	1,77	2,13	2,61	
K m.e. %	0,06	0,06	0,24	0,24	0,25	0,25	0,83	0,27	
Na m.e. %	0,03	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,07	
S m.e. %	3,27	1,40	2,88	3,65	4,34	4,70	5,70	5,41	
T m.e. %	3,78	2,27	6,55	6,31	7,89	7,71	8,38	9,30	
S/T %	86,51	61,67	43,97	57,84	55,01	60,96	68,02	58,17	
pH eau	6,10	6,05	6,00	5,80	6,85	6,85	5,60	5,25	
pH KCl	5,80	5,40	5,20	5,30	5,30	5,30	5,00	4,60	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	0,78	0,96	1,07	1,01	0,86	0,76	0,91	-	
P ₂ O ₅ assimilable (true) ‰	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	-	-	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	2,66		11,34	13,06		8,84		-	
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DED) %	2,12	3,36	3,43	10,20	8,56	7,09	8,77	-	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	79,70		33,42	78,10		80,20			
ATTAQUE TRIACIDE									
Résidu quartzeux %		76,15	47,88		40,31		28,18		
SiO ₂ combinée %		10,24	18,70		23,16		29,33		
Al ₂ O ₃ %		5,02	14,20		17,75		21,70		
Fe ₂ O ₃ %		6,40	12,90		10,64		11,20		
TiO ₂ %		0,52	0,63		0,90		1,07		
CaO %		0,84	0,59		0,65		0,62		
MgO %		0,21	0,27		0,24		0,52		
Na ₂ O %		0,05	0,07		0,04		0,05		
K ₂ O %		0,13	0,36		0,46		0,69		
P ₂ O ₅ %		0,09	0,10		0,08		0,08		
MnO %		0,12	0,12		0,11		0,05		
Perte au Feu %		2,60	6,28		7,30		8,57		
Rapp. moles. SiO ₂ /Al ₂ O ₃		1,02	2,23		2,21		2,23		

nombreuses concrétions rouge assez sombre, pouvant atteindre 25 mm au sommet de l'horizon, mais de taille sensiblement décroissante en profondeur, accompagnées de quelques petits gravillons anguleux de quartz et de très rares cailloux de quartz anguleux ou émoussés, ne dépassant pas une taille de 3 à 4 cm, disséminés dans la masse de l'horizon ; la matrice est rouge-carmin (10 R 5/6 - 5/8 en sec) ; texture argilo-grossière et sableuse avec, à partir de 85, quelques très vagues revêtements argileux brun-ocre, tapissant les galeries et d'assez nombreuses faces luisantes ; massif à débit en très petits polyèdres assez fragiles ; assez friables ; cohésion d'ensemble : assez faible ; rares racines ; quelques petites galeries dont la section ne dépasse pas 2,5 cm ; passage assez progressif.

123 - 145

rouge - carmin (10 YR 5/6 - 5/8 en sec) ; argileux (avec une proportion sensible de sables) ; on note encore de petites faces luisantes assez développées et quelques très minces revêtements argileux ; éléments grossiers encore assez nombreux au sommet de l'horizon mais dont le pourcentage décroît progressivement en profondeur, représentés par des concrétions identiques à celles de la base de l'horizon sus-jacent, accompagnées de petits cailloux, graviers et gravillons de quartz plus ou moins saccharoïdes anguleux, jaunis ; on voit, de place en place, quelques rares filons de quartz subhorizontaux peu bouleversés, dont les éléments peuvent atteindre 7 cm ; structure identique à celle de l'horizon sus-jacent ; cohésion d'ensemble : moyenne à assez forte ; racines pratiquement absentes ; encore quelques galeries dont la section ne dépasse pas 1,5 cm ; passage progressif.

145-285

de rouge - légèrement carmin (10 YR 4/4 - 4/6 en sec) avec quelques très petites zones et points jaune clair (10 YR 8/4 - 8/6 en sec), passe progressivement à de petites taches rouge brique (10 R 3/6 - 4/6), ocre - rose sale (5 YR 5/4 - 5/6), beige - jaunâtre (10 YR 5/6 - 6/6) de rares gris bleu et quelques petits points blancs de feldspathes poudreux (surtout à sa mi-hauteur, cet horizon présente une morphologie de bariolage ferrallitique) ;

argileux ; les revêtements et faces luisantes disparaissent assez rapidement dès le sommet de l'horizon ; éléments grossiers devenant rapidement très rares (petits gravillons anguleux de quartz et très petites concrétions rouge sombre à tendance anguleuse ; massif à débit très finement polyédrique de plus en plus vague en profondeur ; encore assez friable ; cohésion d'ensemble : assez faible ; pas de racines ; présence de quelques petites paillettes de muscovite et de très petites zones de feldspaths poudreux ; passage progressif sauf pour la cohésion augmentant rapidement.

285-370 (et en dessous)

couleurs semblables à celles de la base de l'horizon sus-jacent, mais la plupart des taches sont de plus petite taille ; assez grossièrement sablo-limoneux à sablo-argileux (les zones beige ou gris-bleu sont plus argileuses, plus plastiques que les zones rouge qui paraissent plus sableuses) ; très rares éléments grossiers, représentés par de petits gravillons de quartz anguleux hyalins ou peu ferruginisés ; de massif, passe progressivement à massif particulaire ; cohésion d'ensemble assez forte ; présence de quelques petites paillettes de muscovite et de petits feldspaths blancs poudreux.

Caractères Généraux.

Les traits essentiels des sols ferrugineux se retrouvent ici, sous la succession d'horizons superficiels éluviés, à structure massive à particulaire à débit en très petits agrégats muciformes ou parfois grumeleux, fragiles, et d'horizon de forte concentration ferrugineuse en nodules (ou concrétions) abondants. L'influence du matériau ferrallitique, bien drainé se traduit par le développement de couleurs vives : rouge, voir carmin. L'évolution géochimique est poussée puisque les rapports moléculaires silice/alumine ne dépassent pas 2,4 jusqu'à une grande profondeur. Ils s'abaissent même à près de 2,2 dans les horizons superficiels, la valeur de 3,46 notée, pour le prélèvement B (26-37 cm) ne reflétant qu'une forte dissolution du quartz abondant lors de l'attaque triacide.

L'appauvrissement est assez limité en puissance : les textures deviennent argilo-sableuses dès 50 cm pour atteindre souvent plus de 50 % d'argile à la base de l'horizon Bfc. Ces sols ferrugineux, développés dans les altérations ferrallitiques sont en moyenne moins éluviés en argile que ceux développés aux dépens de matériaux plus basiques. Plus précisément, la puissance de leurs horizons supérieurs éluviés est plus faible.

Comme pour les sols précédents les taux de saturation sont élevés dans les horizons humifères. Ils s'abaissent cependant, assez rapidement et assez souvent en dessous de 50 % pour ne remonter que dans les horizons texturaux. Dans l'horizon C, ils ne dépassent que rarement 70 % alors que la saturation peut atteindre 90 % pour les sols développés dans argiles riches en minéraux 2/1. La somme des bases échangeables n'est cependant jamais importante car la kaolinite est sinon exclusive, du moins très prédominante dans les minéraux argileux de ces sols et nous savons que sa capacité d'échange est faible.

Notons la bonne évolution d'une matière organique qui, bien que peu abondante (à peine 1,5% dans l'horizon superficiel) n'en présente pas moins des rapports C/N rapidement voisins ou inférieurs à 10 en profondeur.

Sols associés.

Ceux-ci sont : soit les sols ferrugineux des faciès profonds précédents, soit tous les sols ferrallitiques traités ultérieurement. Alors que le passage avec les premiers est souvent progressif et s'effectue dans la plupart des cas vers l'avant du paysage, il est avec les seconds, beaucoup plus rapide et plus aléatoire en ce sens qu'aucun facteur naturel ne permet de le pressentir.

Caractéristiques agronomiques et possibilités d'utilisation

Les propriétés physiques sont, dans l'ensemble, bonnes : perméabilité excellente, aération assurée en toute saison, porosité suffisante, structure stable, bilan hydrique satisfaisant, etc ... Le seul aspect défavorable est la limitation du volume explorable, par la présence d'abondants nodules ou concrétions, mais l'horizon BC sous-jacent à ce niveau grossier, bien que débutant à une assez grande profondeur, permet de compenser cette restriction pour les enracinements pouvant l'atteindre.

Le coton est une des cultures les mieux adaptées à ces sols, de même que le manioc. Le maïs est également une culture à envisager, de même que le haricot.

.. - ..

Faciès profond à lessivage-appauvrissement profond dans l'altération ferrallitique à kaolinite très dominante, dérivée de gneiss (à deux micas ou bien à amphibole et/ ou biotite) ou de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 19 - a)

Les caractères généraux de ces sols sont identiques à ceux de l'unité précédente sauf pour la puissance des horizons éluviés. Celle-ci peut atteindre 80 cm, voire 1 mètre dans certains cas. La roche-mère est en général moins basique, moins riche en fer ce qui peut se répercuter dans une diminution de l'intensité du concrétionnement même si l'ensemble des horizons qu'il affecte présente comme il le fait dans la plupart des cas, une puissance analogue à celle que nous pourvons relever dans l'unité précédente.

Cet appauvrissement en argile est accompagné par une diminution du total des bases échangeables et souvent par un décroissement du pourcentage de saturation dans les horizons A_2 .

Ces sols conviennent mal au coton, à moins d'envisager des apports réguliers d'engrais. Seront préférables des cultures peu exigeantes telles que le sorgho, le mil et l'arachide.

Remarquons que ces sols sont peu représentés sur le socle, essentiellement cantonnés dans le sud de la région cartographiée.

4.2.4.3. Sous-groupe à hydromorphie.

L'engorgement temporaire, se traduisant par l'apparition d'un pseudo-gley est un processus normal dans tous les sols ferrugineux, d'autant plus que le matériau original est argileux et riche en phyl-lites à réseau 2/1 comme il se présente fréquemment. Certains auteurs considèrent même que l'hydromorphie est un processus nécessaire au développement des sols ferrugineux, en particulier ceux qui sont concrétionnés ou indurés en catapace (ou cuirasses). Il est peut être imprudent de retenir une telle hypothèse étant donné que nous pouvons observer des profils ferrugineux bien drainés, dans des matériaux ferrallitiques par exemple, dont rien ne permet de supposer qu'ils passèrent par un stade hydromorphe au niveau d'observation de cette pédogenèse ferrugineuse.

Quoiqu'il en soit, lorsqu'elle existe, cette hydromorphie de pseudo-gley affecte certains profils ferrugineux très intensément et dès une profondeur d'autant plus faible que nous nous trouvons en situations topographiques défavorables au drainage externe : pentes faibles, aval des versants.

Le modelé adouci de cette pénéplaine favorise l'apparition de cette hydromorphie et celle-ci est plus fréquente dans le sud que dans le nord, vraisemblablement par suite de l'abaissement plus généralisé des interfluves. Elle y est peut être aussi la conséquence du fait qu'une partie plus importante des précipitations ruisselle vers les zones déprimées : on n'y trouve plus, ou pratiquement plus, sur les axes d'interfluves, de zones d'altération ferrallitique profonde qui peuvent agir comme des "volants" en emmagasinant une forte proportion des pluies qu'elles reçoivent.

Par rapport aux sols ferrugineux bien drainés, l'impact de l'hydromorphie se traduit par deux caractères morphologiques : couleurs et structure. La première se différencie selon la ségrégation caractéristique du pseudo-gley et la seconde s'élargit, passant rapidement à polyédrique nette quand existe un taux d'argile suffisant. En général, apparition de l'hydromorphie et base des horizons éluviés coïncident généralement, sans que l'on puisse préciser bien souvent le sens de causalité.

L'impact de l'hydromorphie, telle qu'elle se traduit par le pseudo-gley, sur la redistribution des hydroxydes de fer est difficile à préciser car la puissance et l'intensité des concentrations ne se révèle pas fondamentalement différente entre les sols ferrugineux hydromorphes et tous ceux des autres sous-groupes.

Notons donc que ce processus particulier se traduit essentiellement par une morphologie particulière de la matrice et que pouvant affecter les

profils jusqu'à la base des horizons A il présente une grande importance au plan de l'utilisation agronomique de ces sols.

Faciès peu profond, dans altération riche en argiles 2/1 (dérivée de gneiss / à amphibole et / ou biotite, ou à deux micas) ou de micaschistes à muscovite (unité cartographique n° 20)

Ces sols sont très proches de ceux des unités 13 et 15 et sont comme eux, cantonnés sur les bas de pentes, à proximité des axes du réseau hydrographique. Ils sont cependant beaucoup moins bien représentés, l'hydromorphie temporaire n'affectant les sols des faciès peu profonds que dans les situations les moins déclives. Il semble, en effet, qu'une certaine épaisseur de matériaux soit nécessaire pour que l'engorgement puisse apparaître.

En général, la redistribution du fer est assez prononcée pour aboutir à un concrétionnement sinon puissant, du moins intense.

Exemple : profil n° L 4481

LOCALISATION : à 330 mètres de la piste Aniè-Akaba, sur un layon orienté à 97° et débutant à 12,140 km du carrefour de cette piste avec la route Atakpamé-Blitta

CLIMAT : tropical humide, guinéen du type baouléo-dahoméen : pluviométrie moyenne annuelle : 1200 mm environ.

SITE : entre la mi-pente et le tiers supérieur d'un assez long versant aboutissant à la crête d'un interfluve surbaissé par rapport au niveau de l'ancienne pédiplaine.

ROCHE-MÈRE : orthogneiss à biotite et amphibole du groupe d'Aniè.

VEGETATION : savane claire, arbustive.

SURFACE DU TERRAIN : unic- quelques termitières aux environs .

0 - 19

de gris-beige (2,5 Y 5/2 - 10 YR 5/2 en sec) passe progressivement à beige - gris légèrement brunâtre (10 YR 4/2 - 4/3) ; sableux (assez fin, surtout en surface) ; très rares éléments grossiers (petits graviers de quartz anguleux ou émoussés et très petites concrétions) ; massif à tendance particulière à débit nuciforme le plus souvent en micro-agrégats ; meuble ; poreux ; racines nombreuses et fines ; passage rapide pour les éléments grossiers, progressif pour les autres caractères.

concentration ferrugineuse très forte surtout à la base de l'horizon, figurée principalement par des ensembles concrétionnés de formes irrégulières constitués d'une cimentation de pseudo-concrétions très évoluées, souvent noirâtres et patinées ou bien ocre assez ternes, pouvant atteindre 3 à 4 cm, accessoirement par des concrétions ocre-partiellement grisâtres, de formes régulières la plus souvent, non patinées ainsi que par des concrétions noirâtres totalement patinées, de formes irrégulières, les concrétions des tailles les plus petites étant concentrées au sommet de l'horizon ; à ces éléments ferrugineux indurés sont associés, dans tout l'horizon, des quartz émoussés pouvant atteindre 5 à 6 cm ou, plus rarement, anguleux et par endroits, quelques blocs cuirassés atteignant 25 cm ; la matrice, de beige - légèrement rosâtre (10 Y 5/2 - 5/3 en sec) passe progressivement à beige-légèrement verdâtre (2,5 Y 5/2 - 5/4) ; la texture, grossièrement sableuse au sommet de l'horizon, devient progressivement argileuse ; de particulière à faible tendance à la formation de micro-agrégats nuciformes, passe progressivement à massive à débit en petits agrégats polyédriques souvent espacés d'où une certaine porosité ; cohésion d'ensemble : très moyenne à faible ; passage le plus souvent très rapide.

63 - 107

argile d'altération assez typique à petites zones gris soutenu (5 Y 5/1 en sec) ou vert-gris (5 Y 5/2 - 6/1) mal délimitées avec de très nombreuses petites à très petites taches ocre (7,5 YR 6/6 - 6/8), rouge (2,5 YR 4/8) et noirâtres, assez diffuses ; quelques très rares éléments grossiers (petits graviers de quartz hyalins et quelques très petites concrétions) encore présents au sommet de l'horizon puis disparaissent totalement plus en profondeur ; structuré polyédrique de taille assez large et moyenne ; petites faces de glissement oblique de couleur grisâtre soutenue ; cohésion d'ensemble : moyenne ; racines pratiquement absentes ; passage assez rapide.

107 - 180 (et en dessous)

argile sableuse d'altération passant progressivement à une fine arène ; le tout est constitué de zones gris soutenu (5 Y 4/1 en sec), vert pâle (5 Y 6/4) avec des taches ocre (10 YR 6/8) d'abord nombreuses puis se raréfiant et

profil n° L-4481

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur minim. (cm)	0	9	21	29	48	63	90	121	
Profondeur maxim. (cm)	8	17	26	41	57	75	107	133	
Elements Grossiers %	1,94	1,54	63,40	70,56	83,40	3,16	0	0	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	9,25	10,25	13,50	21,75	44,00	53,50	41,25	29,50	
Limon fin %	5,25	4,00	3,25	3,25	5,50	9,00	10,25	12,00	
Limon grossier %	9,10	6,50	4,50	2,00	2,55	4,70	6,60	7,25	
Sable fin %	48,35	42,50	24,80	13,55	10,00	11,35	21,50	25,15	
Sable grossier %	24,55	33,85	50,65	54,90	31,40	11,05	13,95	19,70	
Matière Organique totale %	23,03	15,34	13,61	14,77	21,29	11,08	7,59		
Carbone Organique ‰	13,39	8,92	7,91	8,59	12,38	6,44	4,41		
Azote ‰	0,82	0,58	0,59	0,70	1,07	0,56	0,35		
C/N	16,33	15,38	13,41	12,27	11,57	11,43	12,60		
COMPLEXE D'ECHANGE									
Ca m.e. %	6,08	4,85	4,59	5,72	9,00	9,97	12,17	10,71	
Mg m.e. %	1,88	2,33	1,46	2,75	5,91	8,86	10,90	9,36	
K m.e. %	0,17	0,07	0,09	0,12	0,25	0,17	0,13	0,04	
Na m.e. %	0,03	0,05	0,04	0,07	0,14	0,17	0,24	0,20	
S m.e. %	8,16	7,30	6,18	8,66	15,30	19,17	23,44	20,31	
T m.e. %	10,23	10,19	10,43	11,43	22,61	24,13	26,31	26,56	
S/T %	79,77	71,64	59,25	75,77	67,67	79,44	89,09	76,47	
pH eau									
pH KCl									
ATTAQUE TRIACIDE									
Résidu quartzeux %	74,81		62,76		21,20		13,41	18,97	
SiO ₂ combinée %	9,57		11,49		28,26		35,27	33,15	
Al ₂ O ₃ %	5,72		7,44		20,02		22,65	19,50	
Fe ₂ O ₃ %	3,04		5,92		15,84		11,84	11,84	
TiO ₂ %	1,59		1,01		1,35		1,43	1,18	
CaO %	1,35		1,64		1,07		2,28	2,66	
MgO %	0,31		Trace		0,95		0,87	1,53	
Na ₂ O %	0,07		0,07		0,11		0,12	0,17	
K ₂ O %	0,18		0,21		0,45		0,29	0,23	
P ₂ O ₅ %	0,05		0,08		0,18		0,07	0,07	
H ₂ O %	0,16		0,17		1,24		0,20	0,26	
Perte au Feu %	3,67		3,91		10,57		9,62	8,43	
Rapport molécul. SiO ₂ /Al ₂ O ₃	quartz très abondant		quartz très abondant		2,39		2,64	2,88	

quelques très petites zones blanc-jaune (2,5 Y 8/2 - 8/4), certaines faces structurales au sommet de l'horizon étant noirâtres ; pas d'éléments grossiers mis à part des zones de gneiss altéré très tendre de plus en plus nombreuses en profondeur ; d'abord polyédrique de taille assez fine à moyenne , de moins en moins nette en profondeur.

Caractères Généraux.

Nous pouvons relever que l'engorgement se cantonne dans la partie inférieure du Bfe, et correspond au maximum argileux que nous avons en dessus de la zone d'altération. C'est là un trait absolument général. Dès que les horizons supérieurs sont suffisamment appauvris en argile, l'aération gagne en profondeur et les couleurs développées traduisent un bon drainage d'ensemble.

Notons d'autre part que les rapports C/N s'abaissent assez lentement en profondeur, malgré des taux de matière organique en général assez faibles.

Les pourcentages de saturation dépassent dans tous les horizons nettement 50 % avec des pH tous égaux ou supérieurs à 6,4, ce qui traduit un confinement certain. La somme des bases échangeables, assez élevée dans les horizons d'altération et dans le B textural, baisse cependant considérablement dès que nous passons aux horizons appauvris, pour ne se relever que dans l'horizon le plus organique.

Le trait le plus frappant reste toutefois, l'intense redistribution du fer aboutissant à développer un horizon Bfe extrêmement concrétionné, puisque les pourcentages dépassent le plus souvent de beaucoup, 60 % dans un ensemble d'horizons dont la puissance relative, par rapport à ceux qui sont sus-jacents à la zone d'altération, est par ailleurs importante.

L'évolution géochimique du matériau originel, en son sommet, est très avancée : le rapport silice / alumine s'y abaisse à 2,4 environ. Le confinement est donc loin d'être total à ce niveau et le développement d'une morphologie de pseudo-gley y traduit vraisemblablement des redistributions d'éléments les plus solubles dont la résultante est une exportation assez intense.

Sols associés.

Ce sont, le plus souvent, les sols des différentes unités retenues pour ce sous-groupe hydromorphe que nous leur trouvons associés, mais aussi ceux du sous-groupe régique, qu'ils appartiennent au faciès vertique de profondeur ou bien à celui d'évolution ferrugineuse (unités 6 et 7). Les passages sont très rapides.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation.

L'engorgement en saison des pluies limite sérieusement l'éventail des cultures possibles. D'autre part, l'appauvrissement en argile, aussi bien que la lixiviation des bases empêchent les horizons supérieurs de venir compenser ce manque de profondeur utile. Enfin, la présence d'un taux élevé de concrétions vient encore limiter le volume explorable par les racines. Les cultures pouvant réussir sur ce genre de sol sont alors restreintes : seul le riz est envisageable avec d'assez bonnes chances de succès. Des paturages extensifs sont également un moyen de tirer parti de ces sols.

Faciès profond à fort concrétionnement ;

Famille des sols dérivés d'altération finement sablo-argilo-

limoneux de micaschiste à muscovite (unité n° 21)

Exemple : profil n° L 2630

LOCALISATION : à 2.565 km à l'Ouest du carrefour de l'entrée de Tchamba, sur la route de Sokodé ; latitude : 9° 01'06" Nord ; 1° 23'38" Est.

CLIMAT : tropical humide à semi-humide, soudano-guinéen ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.240 mm.

SITE : entre la pi-pente et le quart inférieur d'un glacis irrégulier, ondulé, à 80 m en amont d'un talweg l'incisant transversalement, pente : 2°30' vers l'amont, 2°10' vers l'aval ; altitude : 324 m.

RÔCHE-MÈRE : micaschistes à muscovite à rattacher probablement au groupe d'Agbandi - Djougou (zone des gneiss supérieurs)

VEGETATION : savane clairement arborée et arbustive.

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 22

gris à gris-beige ; assez finement sableux ; éléments grossiers très peu nombreux, concrétionnés surtout au sommet de l'horizon, représentés par des gravillons, graviers et petits cailloux de quartz anguleux, plus ou moins ferruginisés, ainsi que par de concrétions, en général petites et plus ou moins patinées, dont les plus grosses (ne dépassant pas 2 cm) sont de formes assez ou moyennement irrégulières et les plus petites de formes subpisolitiques ; particulières, à débit à faible tendance nuciforme ; meuble ; racines assez peu nombreuses ; pas de galeries ; passage progressif.

de jaunâtre clair (10 YR 6/3 - 2,5 Y 6/4 en sec) avec de moyennement nombreuses taches ocre à ocre-rose (7,5 YR 6/6) assez bien délimitées, passe assez rapidement à gris pâle (2,5 Y 6/2 - 7/2) puis gris-bleu clair, avec d'assez nombreuses petites taches assez bien puis bien délimitées d'abord ocre-rose pâle (7,5 YR 6/4 - 6/6), puis ocre (7,5 YR 6/6) ; sablo-argileux ; les éléments grossiers, très rares dans la plus grande partie de l'horizon, ne deviennent moyennement nombreux qu'à la base de celui-ci ; gravillons de quartz peu ferruginisés, anguleux ou (rarement) subémoussés ainsi que quelques très petites concrétions (ne dépassant pas 8 mm très généralement, sauf quelques unes atteignant 2 cm), non patinées, de formes assez régulières, subpisolitiques ou pisolitiques ; dans tout l'horizon, nous observons de rares cailloux de quartz anguleux ou subanguleux, épars ; massif à tendance nuciforme à polyédrique, puis polyédrique arrondie plus fine à la base de l'horizon où l'on peut noter une certaine friabilité ainsi qu'une porosité assez nette ; pas de galeries ; passage assez rapide quoiqu'irrégulier.

140-190

très forte accumulation ferrugino-quartzeuse de blocs cuirassés (pouvant atteindre 30 cm) de concrétions de formes irrégulières, atteignant 3,5 cm non patinées, de concrétions plus petites de formes assez régulières, subpisolitiques ou pisolitique à début de patine, ainsi que de cailloux (pouvant atteindre 10 cm), graviers et gravillons de quartz anguleux ou subanguleux, moyennement ferruginisés ; la matrice est gris-bleuâtre avec quelques taches assez petites, ocre (7,5 YR 6/6 en sec) ou ocre-rose (5 YR 5/6) bien délimitées ; texture sablo-argileuse ; présence de quelques paillettes de muscovite ; structure massive avec individualisation, lors du débit, plus ou moins nette d'agrégats de type nuciforme extrêmement petits ; cohésion d'ensemble assez forte ; racines relativement nombreuses ; passage assez progressif.

190-225

gris-bleu pâle avec d'assez nombreuses petites taches ocre-rose bien délimitées (5 YR 5/6) ; au sommet de l'horizon nous avons encore une forte accumulation ferrugino-

profil n° L-2630

Prélèvement n°	A	B	C	D	D-1	E	F	G
Profondeur min. (cm)	0	44	85	123	133	157	198	235
Profondeur max. (cm)	14	53	94	133	140	180	202	253
Eléments Grossiers %	10,45	4,69	3,51	11,84	35,68	75,99	82,03	5,15
ANALYSE GRANULOMETRIQUE								
Argile %	5,25	18,00	23,00	22,73	19,75	20,83	21,75	14,75
Limon fin %	3,00	3,30	2,55	2,70	3,00	7,85	3,75	5,00
Limon grossier %	4,22	5,42	4,55	6,30	4,95	5,54	4,25	4,20
Sable fin %	50,45	37,32	33,20	31,60	30,45	31,08	34,50	29,05
Sable grossier %	34,55	34,00	32,50	32,15	37,95	31,81	40,40	44,85
Matière organique %	3,41	6,19	6,33	6,28		6,21		
Carbone organique %	5,47	3,60	3,68	3,65		3,61		
Azote ‰	0,48	0,47	0,52	0,55		0,58		
C/N	11,40	7,66	7,08	6,64		6,22		
Matières Humiques totales C‰	0,93	1,08	0,85					
Acides Humiques C‰	0,60	0,18	0,16					
COMPRE D'ECHANGE								
Ca m.e. %	1,98	1,06	2,50	2,56		1,76	1,85	1,84
Mg m.e. %	0,29	Traces	Traces	0,38		0,70	1,20	5,23
K m.e. %	0,07	0,06	0,06	0,05		0,06	0,06	0,05
Na m.e. %	0,01	0,01	0,03	0,03		0,05	0,08	0,40
S m.e. %	2,35	1,13	2,53	3,02		2,57	3,19	7,52
T. m.e. %	3,51	5,69	7,22	6,92		7,34	7,50	8,51
S/T %	66,95	19,86	35,87	43,64		35,01	42,53	88,37
pH eau	6,20	5,00	5,40	5,40	5,50	5,50	5,60	6,40
pH KCl	5,30	4,60	4,50	4,50	4,50	4,50	4,70	5,60
P ₂ O ₅ total (à l'acide nitrique) %	0,54	0,37	0,40	0,36	-	0,44	-	
P ₂ O ₅ assimilable (traces) %	0,01	Traces	Traces	Traces	-	Traces	-	
Fe ₂ O ₃ total (à l'acide HCl) %	1,29	2,40	3,07	2,99	-	5,14	7,09	
Fe ₂ O ₃ libre (DB) %	0,70	1,35	1,82	1,66	-	3,71	5,80	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ HCl %	54,26	56,25	59,28	55,52		72,18	84,81	

quartzeuse identique à précédemment, mais dans laquelle, on n'observe pas de blocs cuirassés, les concrétions les plus grosses ne dépassant pas 26 mm et les quartz grossiers ne dépassant pas la taille de graviers ou de petits cailloux ; cette accumulation, d'autre part, faiblit très rapidement pour disparaître complètement avant la base de l'horizon ; assez grossièrement sablo-argileux ; massif à faible tendance polyédrique arrondie se révélant au débit : assez meuble ; pas de racines ; passage moyennement rapide.

en dessous de 225

schiste à muscovite, verdâtre assez soutenu (5 Y 5/2 en sec) avec de moyennement nombreuses petites taches jaunes (10 YR 6/6), altéré en arène grossièrement sableuse à sablo-argileuse avec de nombreuses paillettes de muscovite ; pas d'éléments grossiers ; massif ; assez meuble.

Caractères Généraux

Par rapport au profil précédemment étudié, les différences essentielles sont assez peu marquantes si ce n'est la moindre proportion du profil représentée par le Bfe et la lixiviation très accentuée en bases. Il faut voir là, certainement, l'influence d'une roche-mère beaucoup moins riche que celle du profil n° L 4481. Notons également les faibles pourcentage d'argile, en général. Ceux-ci ne dépassent pas 24 %. A remarquer que le maximum est vite atteint ou du moins approché, dès l'apparition du pseudo-gley en profondeur. Il semble donc se confirmer que l'engorgement temporaire n'empêche pas une lixiviation prononcée des éléments solubles ou plutôt solubilisables, mais arrive à bloquer presque totalement les déplacements d'argile.

Nous noterons également que les rapports C/N peuvent s'abaisser à des valeurs très faibles (inférieures à 10) et très rapidement, malgré l'hydromorphie du profil, mais il est probable que dans le cas présent, cette évolution ne soit que le reflet des très faibles pourcentages de carbone organique mis en jeu.

Sols associés

Une assez grande variété de sols peuvent être observés dans les ensembles où domine cette unité ; pratiquement tous ceux des sous-groupes non ou peu concrétionné, concrétionné, hydromorphe et induré.

Les caractéristiques hydromorphes semblent être, en effet, conditionnées par tout un ensemble de facteurs très divers : drainage assuré par la roche-mère elle-même, composition de celle-ci, position topographique, micro-relief, évolution des profils eux-mêmes. Si bien que tous ces faciès profonds du sous-groupe hydromorphe ne peuvent guère constituer des unités cartographiques pures.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation.

Elles sont à peu près identiques à celles de l'unité précédente, avec toutefois, une fertilité chimique très faible. La source des bases échangeables reste, en effet, inférieure à 3,50 m.é. jusqu'à 2 mètres et le taux de saturation peut s'abaisser à moins de 20 % dans les horizons A_2 . Dans ces conditions, nous ne pouvons envisager que des cultures très peu exigeantes tant sur le plan physique que chimique. Les pâturages extensifs restent pratiquement la seule utilisation posant le moins de problème.

Faciès profond à fort concrétionnement.

Famille des sols dérivés d'altération riche en argile 2/1 de gneiss leucocrates à mésocrates ou de micaschistes à muscovite (unité n° 22).

Exemple n° L 2662.

LOCALISATION : à 1,090 km à l'Est de la Nonkpoué, , sur la piste Atakpamé-Clito ; latitude : $7^{\circ}34'38''$ Nord ; longitude : $1^{\circ}28'42''$ Est.

CLIMAT : tropicale humide guinéen, du type baouléo-dahoméen; pluviométrie moyenne annuelle : 1.150 mm environ.

SITE : sur la crête d'un interfluve surbaissé par rapport au niveau de l'ancienne pédiplaine ; pente : $0^{\circ}25'$ à $0^{\circ}30'$; altitude : 162 m.

ROCHE-MÈRE : enclenchite à trame de gneiss à biotite et amphibole du groupe de Pira.

VEGETATION : recru forestier bas

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 33

brun foncé (10 YR 3/2 en sec) avec, dès 10 cm, quelques petites zones brun plus clair mal délimitées ((7,5 YR 3/3); argilo-sableux ; pratiquement pas d'élément grossier, mis à part quelques petits gravillons anguleux de quartz et quelques très petites concrétions pisolithiques patinées ; structure grumeleuse très grossière à nuciforme dans les 10 premiers cm, puis polyédrique à massive à sous-structure nuciforme à grumeleuse ; cohésion d'ensemble très moyenne, (faible pour les éléments structuraux) ; quelques fines fentes de retrait verticales intéressent toute l'épaisseur de l'horizon ; assez nombreuses racines ; passage progressif.

33 - 45

brun à brun - beige (10 YR 3/2 - 4/2) en sec) avec d'assez nombreuses petites taches rouge sale (2,5 YR 4/6 en sec) ; argileux (avec une sensible proportion de sables) ; éléments grossiers extrêmement rares, identiques à ceux de l'horizon supérieur ; structure peu nette, assez finement polyédrique avec faces structurales assez souvent teintées par l'humus, assez friable ; cohésion d'ensemble moyenne (faible pour les éléments structuraux) ; racines encore relativement nombreuses ; passage progressif.

45 - 90

petites taches moyennement délimitées beige assez soutenu (10 YR 4/3 en sec) , ocre-brun clair (7,5 YR 5/6) rouge sale (2,5 YR 4/6) et, plus rarement, noires (7,5 YR 2/0) ; bien argileux ; éléments grossiers toujours très rares et identiques avec, en plus, de très rares petits cailloux de quartzite anguleux ; structure assez finement polyédrique se révélant surtout au débit, avec sous-structure nuciforme ; cohésion d'ensemble moyenne à assez faible , très rares galeries cantonnées de 70 à 90 , certaines pouvant atteindre 5 cm en section ; passage rapide.

90 - 164

forte à très forte accumulation ferrugineuse de concrétions assez arguleuses, non patinées, dont la taille maximum n'atteint que 2 cm, dans la moitié inférieure de l'horizon , associées à de très rares graviers et petits

profil n° L-2662

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H
Profondeur min. (cm)	0	11	33	63	90	132	182	240
Profondeur max. (cm)	9	19	41	74	99	141	190	248
Eléments grossiers %	0,36	1,02	2,44	4,08	60,38	62,73	0,63	0,29
ANALYSE GRANULOMETRIQUE								
Argile %	27,00	28,50	39,00	52,50	52,50	49,25	72,00	70,75
Limon fin %	8,25	5,25	5,25	4,75	9,50	7,25	3,50	7,00
Limon grossier %	9,70	11,35	8,30	7,26	6,92	7,25	3,00	3,50
Sable fin %	26,00	24,65	22,75	13,65	12,15	9,85	5,05	5,00
Sable grossier %	23,30	23,00	19,70	17,27	14,45	20,87	2,20	2,50
Matière Organique totale %	41,35	27,43	17,77	8,98	5,80	3,77	2,72	
Carbone Organique ‰	24,04	15,95	10,33	5,22	3,37	2,19	1,58	
Azote ‰	1,54	1,07	0,83	0,80	0,50	0,46	0,35	
C / N	15,61	14,81	11,11	6,53	6,74	4,76	4,51	
Matières Humiques totales C %	4,32		2,32		0,49	0,31		
Acides Humiques C ‰	2,71		1,10		0,10	0,15		
COMPLEXE DE CHARGE ‰								
Ca me %	12,50	8,25	7,37	6,21	6,53	5,78	11,72	13,76
Mg me %	3,65	3,60	3,80	9,23	6,15	6,09	15,48	20,37
K me %	0,21	0,17	0,15	0,12	0,16	0,12	0,89	0,14
Na me %	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,11	0,19	0,17
S me %	16,41	12,07	11,37	15,62	12,97	12,10	28,28	31,16
T me %	19,98	16,71	17,02	18,02	16,87	17,96	30,37	45,00
S / T %	82,13	72,23	66,80	86,68	76,88	67,37	91,31	76,52
pH eau	6,60	5,30	5,80	6,10	6,00	6,30	6,60	6,60
pH KCl	6,30	5,60	5,50	5,50	5,60	5,80	5,50	5,80
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,24	0,84	0,91	1,04	0,97		0,48	
P ₂ O ₅ assimilable (TRUOG) ‰	0,17	0,01	0,01	0,01	0,01		0,01	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	4,42		5,89					
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	2,96	3,19	3,59	5,73	12,88	14,33	5,56	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	66,97		60,95					
ATTAQUE TRIACIDE								
Résidu quartzeux %		63,28		41,50	19,46	18,27	10,38	
SiO ₂ combinée %		14,81		23,13	23,70	28,22	39,04	
Al ₂ O ₃ %		8,50		13,05	21,03	20,33	24,43	
Fe ₂ O ₃ %		4,80		8,00	15,92	19,20	8,56	
TiO ₂ %		1,07		1,12	1,10	1,12	1,12	
CaO %		0,71		0,66	0,58	0,55	0,85	
MgO %		0,51		0,58	0,63	0,73	1,30	
Na ₂ O %		0		0,03	0,03	0,04	0,03	
K ₂ O %		0,21		0,26	0,28	0,29	0,21	
P ₂ O ₅ %		0,08		0,09	0,09	0,10	0,04	
H ₂ O %		0,11		0,09	0,25	0,86	0,05	
Perte au Feu %		6,88		8,84	11,31	10,35	12,10	
Repp molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		quartz trop abondant		quartz trop abondant	2,39	2,35	2,71	

cailloux de quartzites, isolés, visibles dans tout l'horizon avec une relative concentration par zones à la base de ce dernier (leur taille ne dépassant pas 6 cm) où, d'ailleurs, à côté d'éléments quartziteux, nous pouvons noter des éléments quartzeux ; la matrice est finement tachetée d'ocre-brun clair (7,5 YR 5/6 en sec), rouge à rouge-rose (2,5 YR 4/6 - 5/6) , blanc-jaunâtre (2,5 Y 8/2 - 6/4) et gris, (10 YR 4/1) , bien argileux ; massif à débit en fins polyèdres très nets, friables ; cohésion d'ensemble très marquée ; pas de racines ; passage rapide à très rapide pour la disparition des éléments grossiers et l'apparition des slickensides, lente pour les autres caractères.

164-225

argile d'altération verticale à très nombreux slickensides bien développés, à taches petites et assez petites ocre à ocre-brun clair (7,5 YR 5/6 - 6/6 en sec), bleu-gris pâle et rouge-rose (10 R 4/6) ; éléments grossiers extrêmement rares (quelques petits gravillons de quartz anguleux et très petites concrétions pisolithiques) ; structure polyédrique assez large ; cohésion d'ensemble marquée ; passage assez rapide.

en dessous de 225

couleurs identiques à celles de l'horizon précédent mais dont les taches bleu-gris pâle et rouge sont mieux représentées ; argileux ; structure plus massive ; les slickensides disparaissent rapidement (pas d'éléments grossiers).

Caractères généraux.

Nous avons ici, à faire, par rapport au profil précédent, à un matériau original extrêmement argileux, riche en bases, à évolution géochimique peu poussée (rapport moléculaire silice/alumine de 2,7). Tout ceci retentit sur les horizons sus-jacents, d'une façon extrêmement étroite : les textures sont argilo-sableuses dès la surface et dès 50 cm de profondeur, nous passons à des granulométries nettement argileuses. Il existe, certes, un certain appauvrissement des horizons supérieurs, mais il est loin d'avoir épuisé ses possibilités. Nous retrouvons ici l'action de blocage des forts pourcentages originels d'argile.

Notons les taux de matière organique relativement forts dans les 20 premiers centimètres. Ils atteignent, pour ce profil, les maximum notés sur ce socle. Malgré, l'engorgement du profil, les rapports C/N s'abaissent rapidement à des valeurs dénotant une assez bonne évolution dès une faible profondeur.

Sols associés

Ils sont principalement représentés par ceux des unités 6 et 7 (sols régiques dans altération montmorillonitique et par les sols des faciès peu profonds du sous-groupe non ou peu concrétionné ainsi que du sous-groupe à concrétion, dérivés également d'argile d'altération (unités 11, 13 et 15). Nous trouvons également d'assez fréquentes petites zones de sols ferrugineux hydromorphes indurés à carapace, les concrétions pouvant, dans un tel milieu, être réunies en un niveau massif.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation.

Les propriétés physiques restent, dans les sols de cette unité, défavorables. Toutefois la richesse chimique relativement forte des horizons supérieurs, les moins engorgés, permet d'en espérer plus que des sols de l'unité précédente. Sous réserve d'édification de billons ou de buttes, l'igname, le maïs, le haricot semblent pouvoir donner des résultats intéressants. Le riz, naturellement, sera le mieux adapté à ce genre de sol.

Faciès profond à fort concrétionnement.

Famille des sols dérivés d'altération kaolinitique de gneiss ou de micaschistes à muscovite (unité n° 23)

Ils sont nettement moins représentés que les précédents, car la conjugaison de l'hydromorphie, phénomène se développant surtout dans les zones déprimées du paysage et d'une altération kaolinique, qui est essentiellement le propre des hauts niveaux de la pénéplaine, est peu fréquente. Cette combinaison des deux facteurs ne sera donc réalisée le plus souvent que dans les zones les plus vastes des témoins de l'ancienne pédiplaine et plus nettement vers le sud que vers le nord.

Nous ne nous étendrons guère sur cette unité sauf pour souligner que la libération complète du fer des minéraux primaires fournit à l'hydromorphie une importante quantité d'hydroxydes susceptibles d'être redistribués et concentrés. Ceci aboutit, le plus souvent à des Bfe intensément concrétionnés et fort puissants. Le volume explorable par les racines en est d'autant plus réduit, si bien que les propriétés chimiques des sols, fort restreintes, ne peuvent être compensées. La principale utilisation possible de ces sols reste le riz (sous réserve d'une bonne alimentation en eau et certainement d'apports d'engrais) ainsi que les paturages plus ou moins intensifs.

Faciès profond à induration de profondeur.

- Matériaux originels indéterminés (unité n°24).

Les sols de cette unité dérivent d'à peu près tous les autres, concrétionnés, du sous-groupe ferrugineux hydromorphe par cimentation d'ensemble du Bfe à concrétion. Ce processus est fréquent mais n'intéresse le plus souvent que des étendues restreintes non cartographiables à l'échelle du 1/200.000. Cette unité a cependant été retenue pour les zones où le processus se développe avec une suffisante continuité. La distinction de la profondeur à laquelle apparaît l'induration a permis de répartir ces sols en deux populations : l'une pour laquelle elle s'effectue en dessous de 70 cm, la seconde en étant affectée plus haut dans les profils.

Quand cette induration est profonde, les caractéristiques agronomiques et les possibilités d'utilisation sont à peu près les mêmes que pour des sols simplement concrétionnés.

Faciès profond, non ou faiblement concrétionné, dérivé de matériaux divers (unité n° 25)

Exemple : profil n° L 2408

LOCALISATION : 6,800 km environ ; au Sud d'Igbooudja, sur la piste de Mokelegbé ; latitude : 8° environ, longitude : 1°, 35' Est ; altitude : 260 mètres environ.

CLIMAT : tropical humide, guinéen du type baouléo-dahoméen ;
température moyenne annuelle : entre 26 et 27 ° ; plu-
viométrie moyenne annuelle : 1.200 mm environ.

SITE : au bas de pente d'un glacis reliant un petit marigot à
une crête d'interfluve légèrement surbaissé par rapport
à l'ancienne pédiplaine.

ROCHE-MÈRE : embrêchite , du groupe de Kra, de gneiss à biotite.

VEGETATION : savane arbustive et arborée assez claire.

SURFACE DU TERRAIN : unie.

0 - 21

de gris assez foncé (10 YR 3/1 - 4/1 en sec) passe à gris
moyen (10 YR 4/1) ; quelques mouchetures passant de ocre-
rouille (5 YR 4/6) à rose-ocre (5 YR 5/4 - 6/4) ; sableux
avec un faible pourcentage d'argile ; très rares petits
gravillons de quartz anguleux ainsi que petites concrè-
tions subpisolitiques ou pisolitiques plus ou moins pati-
nées ; structure massive -particulaire à faible tendance
nuciforme grossière en surface ; cohésion moyenne à assez
faible ; très rares galeries, petites ; moyennement nom-
breuses racines fines et moyennes ; passage assez lent à
l'horizon inférieur .

21 - 35

gris légèrement bleuâtre (5 YR 5/1) avec quelques taches
petites et moyennes assez bien délimitées, ocre (7,5 YR
5/6) ; argilo-grossièrement sableux ; éléments grossiers
aussi rares et identiques à ceux de l'horizon supérieur ;
structure massive à grossièrement polyédrique légèrement
arrondie ; cohésion moyenne ; assez nombreuses racines
moyennes ; passage lent à l'horizon inférieur.

35 -83

gris légèrement bleuté (5 YR 5/1 en sec) passant à plus
clair en profondeur (5 Y 5/1 ~ 6/1) , petites taches de-
venant moyennement nombreuses en profondeur et passant de
jaunâtre (10 YR - 2,5 Y 7/6 en sec) à jaunâtre-ocre
(10 YR 6/6 ~ 7/6) ; argileux avec un sensible pourcentage
de sables ; ^{les}éléments grossiers, d'abord rares, deviennent

un peu plus nombreux en profondeur où ils sont représentés par de petits gravillons et quelques graviers de quartz anguleux, quelques concrétions assez irrégulières pour les plus grosses (ne dépassant cependant pas 1,5 cm); peu multiformes ou subpisolitiques pour les plus petites qui sont bien patinées, certaines englobant des graviers de quartz ; structure mieux exprimée que précédemment, d'abord prismatique à cubique ou polyédrique puis polyédrique assez large, avec des pentes de retrait dont la largeur atteint 1 cm ; cohésion moyenne ; racines assez nombreuses à nombreuses jusqu'à 50 puis se raréfiant rapidement ; présence de très rares petits feldspaths ; passage progressif.

83-113

couleur identique à celle de l'horizon pré édent mais les petites taches sont un peu plus nombreuses et sont ocre-jaunâtre (7,5-10 YR 6/6 en sec) , accompagnées de vagues petites zones gris-bleuâtre plus foncé ; argileux avec une sensible proportion de sables, surtout grossiers ; éléments grossiers en pourcentage et de nature identiques à ceux de l'horizon sus-jacent mais la taille des concrétions ne dépasse pas 4 à 5 mm, et les quartz ne sont représentés que par de petits gravillons ; structure massive à tendance polyédrique assez large avec encore quelques fentes de retrait verticales ; cohésion marquée ; pratiquement plus de racines ; très rares petits feldspaths ; passage assez progressif (assez rapide pour l'apparition de concrétions un peu plus grosses).

113-140

gris-bleuâtre clair , assez franc , avec de très nombreuses taches bien délimitées, moyennes et petites, de couleur ocre (7,5 YR 5/6 - 6/6 en sec) ou, plus rarement , noirâtres ; argilo-sableux ; quelques concrétions un peu plus grosses que précédemment au sommet de l'horizon, les autres éléments grossiers, très rares étant identiques à ceux de l'horizon sus-jacent , mais la dureté des concrétions diminue ; polyédriques assez fin, assez friable quoique la cohésion d'ensemble soit très marquée.

profil n° L-2408

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur minim. (cm)	0	10	25	37	63	92	120	157	
Profondeur maxim. (cm)	10	17	33	48	76	103	130	164	
Eléments Grossiers %	1,83	4,18	5,04	5,05	25,34	23,03	1,13	32,43	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	10,69	14,40	35,91	41,84	37,32	42,84	36,18	20,94	
Limon fin %	5,21	5,21	3,31	6,66	7,85	7,38	15,95	8,33	
Limon grossier %	12,00	9,45	5,20	5,90	4,70	5,40	8,15	3,70	
Sabre fin %	35,90	31,00	16,15	11,85	11,00	11,35	20,25	16,15	
Sable grossier %	32,60	39,65	33,00	28,00	33,90	28,25	18,85	45,96	
Matière Organique totale %	36,33	31,79	25,77	20,23	11,97	9,25			
Carbone Organique ‰	21,12	18,48	14,98	11,76	6,96	5,38			
Azote ‰	1,11	1,01	0,98	0,79	0,42	0,28			
C / N	18,86	18,30	15,29	14,89	16,57	13,21			
Matières Humiques totales C %	5,02	4,70		1,54		0,44			
Acides Humiques C %	3,41	3,29		0,34		0,13			
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰									
Ca m.e. %	3,42	2,57	4,70	5,36	-	8,90	-	10,39	
Mg m.e. %	0,41	0,17	1,41	2,34	-	6,95	-	6,21	
K m.e. %	0,15	0,09	0,15	0,16	-	0,23	-	0,16	
Na m.e. %	0,10	0,08	0,24	0,33	-	0,42	-	0,42	
S m.e. %	4,08	2,91	6,50	8,19	-	16,50	-	17,18	
T m.e. %	11,48	8,54	14,38	20,78	18,39	21,19	-	17,36	
S/T %	35,54	34,07	45,20	39,41	-	77,87	-	98,96	
pH eau	6,10	6,00	6,60	5,90	6,00	6,50	5,80	8,30	
pH KCl	5,40	5,10	4,90	4,80	4,60	4,80	5,30	6,40	
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	7,05	4,41	4,32		5,59		5,64		
P ₂ O ₅ assimilable (Truog) ‰	0,14	0,06	0,21		0,23		0,12		
Fe ₂ O ₃ total (à l'aide HCl) %			7,33						
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %		2,51	5,00		5,21		5,28		
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %			68,21						
ATTAQUE TRIACIDE									
Résidu quartzueux %		69,17			28,70				
SiO ₂ combinée %		10,17			27,60				
Al ₂ O ₃ %		7,38			19,52				
Fe ₂ O ₃ %		4,24			8,48				
TiO ₂ %		1,48			1,30				
CaO %		1,43			1,30				
MgO %		0,45			0,75				
Na ₂ O %		0,03			0,05				
K ₂ O %		0,18			0,31				
P ₂ O ₅ %		0,34			0,36				
MnO %		0,08			0,14				
Perle au feu %		5,84			9,49				
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		2,34			2,40				

en dessous de 140

roche-mère très feldspathique, localement altérée soit en argile gris-légèrement verdâtre avec quelques petites taches noirâtres et quelques zones gris - bleuâtre avec quelques vagues mouchetures ocre-sale (7,5 YR 5/4 - 5/6 en sec) soit en arène grossière, très feldspathique. à signaler quelques minces revêtements d'argile gris foncé à brun.

Caractères généraux

Ces sols sont essentiellement développés à partir de roches-mères assez leucocrates dans l'ensemble, même si des passées riches en ferromagnésiens élèvent localement le taux de fer. La plus grande partie des éléments grossiers de ces profils sont représentés par des quartz résiduels incorporés par remaniements sur place, les concrétions ne représentant jamais plus de 7 à 8% du sol total. L'évolution de la matière organique semble ici, assez retardée par l'hydromorphie du profil. Peut être pourrions nous voir dans ce fait , également la conséquence de la composition de la roche-mère assez acide et relativement pauvre en bases?

Nous notons également ici, la limite , en profondeur, qu'impose l'engorgement à l'appauvrissement en argile des horizons supérieurs.

Enfin sur le plan de la saturation du complexe d'échange , soulignons les sommes assez faibles de bases échangeables, les taux de saturation ne dépassant pas quant à eux, 35% dans les horizons appauvris. Même l'horizon humifère est nettement désaturé, ce qui pourrait corroborer la lenteur de l'évolution de la matière organique.

Sols associés.

Les sols de cette unité n° 25 sont très liés à des roches-mères leucocrates et l'hétérogénéité du socle les fait apparaître en petites taches allongées selon la direction structurale SSO -NNE dans les autres unités de sols ferrugineux hydromorphes. A l'inverse, quand ils dominent sur des surfaces suffisamment grandes pour être cartographiés , ils sont cependant toujours accompagnés des autres sols de ce sous-groupe: concrétionnés, indurés, plus ou moins fortement appauvris , etc ...

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation.

Une matière organique mal évoluée, un assez fort pourcentage de désaturation réduisent la fertilité des horizons supérieurs qui

sans ces caractères défavorables pourraient être cultivés en buttes ou en billons de manière à offrir aux plantes cultivées un volume de terre suffisamment à l'abri de l'engorgement. Le riz, sous réserve de fumure minérale, est très certainement la possibilité principale.

Faciès profond à induration de faible ou moyenne profondeur,
dérivé de matériaux indéterminés (unité n° 26)

Les sols de cette unité ont été ainsi regroupés par le fait que l'induration peut apparaître, sur d'assez vastes zones, à des profondeurs limitées : 70 cm au plus. Au niveau du bilan des profils, il apparaît vraisemblable qu'une induration aussi puissante, aussi "remontante" vers les horizons supérieurs, procède, dans ces situations déprimées, d'un apport de fer allochtone, par le canal de nappes. En ce sens ces sols peuvent pédogénétiquement, être dissociés de ceux de l'unité n° 24. Ils ne présentent guère d'intérêt agronomique et la seule utilisation possible est la mise en paturage extensif.

Faciès profond, fortement appauvri, à fort concrétionnement,
dérivé de matériaux riches en argiles 2/1, d'altération de gneiss
ou de micaschistes à muscovite. Unité n° 27.

Exemple : profil n° L 2700

LOCALISATION : à 2.300 km au nord du centre de Bagou, sur la
piste Bagou-Goubi ; latitude : 8°32'18" Nord ;
longitude : 1°, 24'37" Est.

CLIMAT : tropical humide à semi-humide, baouléo-dahoméen à soudano-guinéen ; pluviométrie moyenne annuelle ; entre
1.200 à 1.300 mm.

SITE : un peu au dessus du quart supérieur d'un glacis aboutissant à un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente : 1°, 27' vers l'amont, 1° 30' vers l'aval ; altitude : 325 m.

ROCHE-MÈRE : gneiss à biotite et amphibole du groupe de l'Ofé.

VEGETATION : savane arborée et arbustive assez claire.

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 22

gris (10 YR 4/1 - 5/1 en sec) ; assez finement sableux ; rares éléments grossiers, représentés par de très petites et petites concrétions (ne dépassant pas 15 mm) de formes moyennement régulières pour les plus grosses, subpisolitiques ou pisolitiques pour les plus petites qui sont, par ailleurs, assez souvent patinées, accompagnées de petits gravillons anguleux de quartz ainsi que de quelques graviers (de quartz également anguleux ou subémoussés ; particulaire ; meuble ; racines moyennement nombreuses ; passage assez progressif.

22-132

de beige-grisâtre clair (10 YR 6/2 - 6/3 en sec) passe progressivement à des taches assez petites et petites, très moyennement délimitées, beige-grisâtre clair (10 YR 6/2 - 6/3) et rouille assez clair (5 YR 5/4) puis à rouille clair (5 YR 5/4) avec de moyennement nombreuses petites taches assez bien délimitées gris à gris-vert clair (2,5 Y 6/2) (plus nombreuses et plus grandes en profondeur) ; sableux ; éléments grossiers peu nombreux puis rares, représentés par des concrétions d'abord identiques à celles de l'horizon supérieur, puis assez rapidement, uniquement par de très petites concrétions pisolitiques et subpisolitiques patinées, toujours accompagnées de petits gravillons de quartz anguleux, et, un peu en dessous du sommet de l'horizon, de quelques graviers et cailloux de quartz plus ou moins émoussés et de quelques fragments ferruginisés d'amphibolite ; particulaire à particulaire - massif) faible tendance nuciforme se révélant au débit ; cohésion d'ensemble assez faible d'abord, puis un peu plus marquée vers la base de l'horizon ; enracinement dont l'abondance décroît très rapidement, avec une relative concentration de racines moyennes vers 35 cm de profondeur ; quelques galeries jusqu'à 115 cm, les plus grosses étant visibles en dessous de 80 ; passage assez rapide.

132-203

Forte à très forte accumulation ferrugineuse de concrétions, de couleur olive, dont les plus grosses (le plus souvent composites) et les plus irrégulières sont

visibles au milieu de l'horizon où elles atteignent 30 à 35 mm, les plus petites, le plus souvent patinées, étant de forme subpisolitique ou pisolitique ; ces concrétions sont accompagnées d'un pourcentage assez faible de gravillons, de graviers et de cailloux de quartz anguleux ou plus ou moins émoussés, et plus ou moins ferruginisés, les plus nombreux des derniers, pouvant atteindre 7 cm, étant concentrés juste au sommet de l'horizon ; la matrice, d'abord de même couleur qu'à la base de l'horizon sus-jacent, passe à de petites taches rose-beige (7,5 YR 6/4 en sec) et gris à gris-vert pâle (2,5 Y 6/2), mal délimitées, puis gris pâle (2,5 Y 5/0), gris plus soutenu (2,5 Y 6/0) légèrement bleuâtre et ocre (7,5 YR 6/6), bien délimitées ; de sableux à sablo-argileuse puis argilo-sableuse, la texture passe très rapidement à bien argileuse en dessous de 175 avec quelques minces revêtements argileux sur les concrétions ; massif, poreux, à sous-structure en micro-agrégats jusqu'à 175, puis massif à débit en petits polyèdres très moyennement nets ; friable ; très rares racines ; jusqu'à 175, on observe de très nombreuses galeries ; passage rapide pour la disparition des éléments grossiers, très progressif pour les autres caractéristiques.

203-240

argile d'altération vert-gris (5 Y 6/2 en sec) avec quelques veines gris foncé (5 Y 4/1 - 5/1) et d'assez nombreuses taches ou zones bien délimitées, ocre (7,5 YR 6/6) ; quelques anciennes galeries sont tapissées d'un mince revêtement argileux gris-violacé ; rares éléments grossiers, représentés par de très petites concrétions identiques à celles de l'horizon supérieur, disparaissant rapidement en profondeur, ainsi que par des gravillons, graviers et cailloux de quartz anguleux hyalins ou seulement jaunis, les graviers et cailloux étant concentrés au sommet de l'horizon par places ; polyédrique de taille assez petite, avec quelques slickensides assez peu développés ; très forte cohésion ; pas de racines ; présence de quelques zones d'assez peu nombreuses paillettes de biotite verdâtre ou d'amphiboles altérées ; passage très rapide.

profil n° L-2700

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Profondeur minim. (cm)	0	33	65	95	124	134	147	175	210	240
Profondeur maxim. (cm)	15	46	74	104	131	145	156	184	220	256
Eléments Grossiers %	8,17	14,34	5,62	7,09	7,59	65,32	72,66	67,75	5,91	0,51
ANALYSE GRANULOMETRIQUE										
Argile %	5,00	5,75	6,50	8,50	10,25	15,75	26,00	60,50	52,54	20,75
Limon fin %	3,50	3,75	5,00	6,00	6,00	7,75	8,00	5,00	11,01	5,25
Limon grossier %	5,00	6,50	6,10	8,02	5,04	7,49	5,40	3,12	7,06	6,30
Sable fin %	47,65	44,17	45,92	44,12	37,66	30,27	25,36	7,35	14,71	26,55
Sable grossier %	34,80	37,00	34,25	33,80	37,80	36,80	31,30	18,06	9,15	37,15
Matière Organique totale %	14,69	4,97	4,18	2,89	4,13	3,41	4,66	3,89		
Carbone Organique ‰	8,54	2,89	2,43	2,26	2,40	1,98	2,71	2,26		
Azote ‰	0,51	0,32	0,25	0,23	0,27	0,26	0,30	0,36		
C / N	16,75	9,03	9,72	9,83	8,89	7,62	9,03	6,28		
Matières Humiques totales C %	2,05	0,76	0,50	0,36	0,96					
Acides Humiques C %	0,13	0,21	0,17	0,10	0,14					
COMPLEXE D'ECHANGE ‰										
Ca m.e. %	2,97	0,96	0,84	1,11	1,62	2,43	4,88	11,93	17,97	7,39
Mg m.e. %	0,73	0,35	0,43	0,54	0,85	1,26	2,08	7,13	11,69	4,55
K m.e. %	0,12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,08	0,15	0,81	0,10
Na m.e. %	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06	0,16	0,27	0,13
S m.e. %	3,84	1,36	1,31	1,69	2,51	3,78	7,10	19,37	30,74	12,17
T m.e. %	6,21	2,89	2,19	2,94	4,17	9,46	9,78	22,14	32,16	14,18
S / T %	61,04	47,06	59,82	57,48	60,19	39,96	72,60	87,49	95,58	85,83
pH eau	6,45	6,30	6,55	6,60	6,40	6,45	6,30	6,90	7,15	7,00
pH KCl	6,05	5,65	5,80	5,80	5,60	5,65	5,60	5,90	6,10	6,00
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	0,62	0,50	0,31	0,39	0,43	-	0,51	-	0,53	-
P ₂ O ₅ assimilable (TROUS) ‰	0,02	Traces	0,01	0,01	Traces	-	Traces	Traces	0,01	-
Fe ₂ O ₃ total (à l'aide HCl) %	1,46	-	1,78	2,14	-	6,19	-			3,87
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	0,97	1,59	1,29	1,45	1,86	4,47	6,51	10,49	5,13	2,44
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	66,44		72,47	67,77		72,21				63,05
ATTAQUE TRIACIDE										
Résidu quartzeux %		85,25			78,10		58,20	18,84	30,60	
SiO ₂ combinée %		7,72			11,67		17,51	31,06	30,71	
Al ₂ O ₃ %		2,95			4,32		9,38	20,65	15,32	
Fe ₂ O ₃ %		2,56			3,20		8,80	15,04	8,88	
TiO ₂ %		0,62			0,82		1,29	1,35	1,50	
CaO %		1,02			1,24		1,42	1,02	1,82	
HgO %		0,14			0,28		0,30	0,52	0,74	
Na ₂ O %		0,03			0,03		0,04	0,06	0,06	
K ₂ O %		0,10			0,10		0,15	0,23	0,17	
P ₂ O ₅ %		0,04			0,04		0,06	0,08	0,05	
MnO %		0,06			0,07		0,23	0,47	0,18	
Perte au feu %		1,70			2,19		5,39	10,17	8,50	
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		quartz très abondant			quartz très abondant		3,16	2,55	3,40	

en dessous de 240

arène légèrement argileuse ; vert-gris (5 Y 6/2) avec de nombreux points blancs de feldspaths altérés et quelques petites taches ocre (7,5 YR 6/6) ; éléments grossiers pratiquement absents (quelques petits gravillons anguleux de quartz hyalins uniquement) ; massif ; cohésion d'ensemble assez forte ; outre les feldspaths altérés, on observe quelques petites zones vert-pomme (de chlorite ?) et de nombreuses fines paillettes de biotite mordorée.

Caractères généraux

Le trait principal de ces sols est la puissance de l'appauvrissement. Celui-ci affecte le profil sur une partie importante et ne laisse un B textural qu'au plancher^{du} Bfe. La lixiviation des bases est également poussée, mais les taux de saturation ne s'abaissent généralement pas en dessous de 55 %. Ce n'est qu'au sommet de l'horizon A₂ que nous pouvons noter des taux de saturation inférieurs à 50%.

Malgré l'hydromorphie, l'évolution de la matière organique est assez rapide puisque sa minéralisation en abaisse les taux à moins de 1% en dessous des 20 premiers cm, le rapport C/N passant alors de plus de 16 à moins de 10.

Le concrétionnement du fer est très intense et puissant, puisque sur près de 80 cm d'épaisseur nous avons des pourcentages de concrétions représentant parfois plus de 2/3 de la masse du sol total.

Sols associés.

Tous les sols du sous-groupe hydromorphe peuvent être observés dans cette unité à l'état de petites zones éparses au gré de la topographie de détail ou sous forme de bandes étroites selon les variations du soubassement lithologique. Sont parfois associés, principalement dans les zones amont, des sols ferrugineux du sous-groupe induré, ou bien même ceux des faciès profonds du sous-groupe à concrétions. Vers l'aval les associations avec les sols ferrugineux des faciès peu profonds sont également très fréquentes.

4.2.4.4. Scus-groupe induré.

Les sols qui y sont rattachés ont été regroupés selon deux critères : matériau original et profondeur d'apparition de l'horizon induré.

Matériau original : il date, en quelque sorte, les sols qui s'y sont développés. En elle même, cette notion ne présente guère d'intérêt pratique direct dans le cadre du travail présenté, mais les prospections ont fait apparaître que plusieurs caractères secondaires assez importants au plan agronomique, étaient liés au type de matériau.

Sur altération ferrallitique, à kaolinite dominante ou sur matériau kaolinique hydromorphe, l'horizon induré se présente sous l'aspect d'une carapace assez cohésive, passant assez fréquemment à une cuirasse, plus massive que concrétionnaire et assez continue.

Sur matériau d'altération à minéraux argileux 2/1, le carapacement est moins accentué, souvent moins puissant et moins solide, en général concrétionnaire et présente de nombreuses solutions de continuité.

Profondeur d'apparition du cuirassement.

Le regroupement des données fait apparaître deux populations, l'une pour laquelle l'horizon Bfe n'apparaît qu'en assez grande profondeur (supérieure à 70 cm), la seconde dont les horizons supérieurs ont une faible puissance, généralement de 40 à 50 cm et en tout cas nettement inférieure à 70 cm. Si nous estimons grossièrement le bilan géochimique de ces deux catégories de sols, nous pouvons admettre que le faciès normal (induration débutant en dessous de 70 cm) peut, quand l'horizon induré est relativement mince, ce qui est le cas le plus fréquent, procéder d'une évolution sur place sans grands apports ni érosion. Par contre les sols pour lesquels la carapace apparaît peu profondément doivent être essentiellement rattachés à une phase d'érosion. Celle-ci est vraisemblablement une érosion normale, d'ordre géologique car elle affecte les sols indifféremment du couvert végétal. Celui-ci peut être, comme il arrive assez souvent, une forêt mésophile dont rien ne laisse supposer dégradation anthropique fût à son origine. Dans ce faciès d'érosion, la partie supérieure de la carapace évolue fréquemment en cuirasse, mais sur une épaisseur restreinte, généralement inférieure à 30 cm. D'autre part, une certaine hydromorphie secondaire affecte souvent la base des horizons meubles qui lui sont sus-jacents.

Au plan pédogénétique, la chronologie relative de l'induration, pour les sols développés dans altération kaolinique reste indéterminée.

On ne peut préciser de quelle formation elle est contemporaine : ou bien des sols ferrallitiques ayant dérivé de ces altérations, ou bien de la ferruginisation ayant , par la suite , marqué ces derniers.

Hormis la présence de cet horizon induré, la morphologie, de même que les caractéristiques chimiques de ces sols , sont très analogues à celles que nous avons relevées pour les unités 18 et 19 du sous-groupe à concrétions. Leurs possibilités d'utilisation dépendent essentiellement de la profondeur d'apparition de l'horizon induré. Si celui-ci débute en dessous de 70 cm, on peut envisager , généralement , d'y pratiquer toutes les cultures appropriées aux sols non indurés dont les horizons supérieurs sont analogues. Pour une profondeur inférieure à 70 cm, les possibilités sont restreintes, d'autant plus que ce faciès d'érosion s'accompagne le plus souvent, d'un appauvrissement très sévère et de l'apparition d'une hydromorphie secondaire au contact de la carapace ou de la cuirasse. Quand l'engorgement n'est pas un facteur limitant , l'arachide , le mil et le sorgho sont les cultures les mieux adaptées.

Du nord au sud, la fréquence de ces sols indurés décroît.

4.2.5. CLASSE DES SOLS FERRALLITIQUES.

SOUS-CLASSES DES SOLS FAIBLEMENT ET MOYENNEMENT

DESATURÉS DANS L'HORIZON (B)

GENERALITES

Sous un climat tel que celui de la plaine togolaise, où la saison sèche dépasse nettement 3 mois tandis que la pluviométrie totale s'abaisse très généralement en dessous de 1.400 mm, les seuls sols ferrallitiques que nous pouvons escompter trouver se rangent parmi ceux dont la désaturation du complexe n'est pas extrêmement poussée. C'est ce qui est effectivement réalisé car la somme des bases échangeables est partout ou pratiquement partout, supérieure à 1 milliéquivalent %. Le degré de saturation dépasse très généralement 20 % par ailleurs. Il peut même atteindre voire dépasser 60%. Enfin, les pH déterminés en suspension purement aqueuse sont supérieurs à 4,5. Tous ces caractères s'accordent avec l'évolution géochimique modestement poussée telle que la traduisent les valeurs du rapport moléculaire silice/alumine. Celui-ci ne s'abaisse que très rarement en dessous de 2 et les valeurs inférieures à 1,9 font exceptions. D'autre part, les déterminations diffractométriques de minéraux argileux ne font jamais apparaître la présence de gibbsite.

Il est très vraisemblable que l'absence de sols fortement désaturés soit la conséquence du fait que l'évolution géochimique n'atteint pas des stades extrêmes. On peut se demander toutefois si à partir d'un ensemble climat-végétation forestière, l'apparition de la savane, avec en particulier la présence de graminées n'a pas modifié, dans un sens positif, le bilan des bases puisées en profondeur, assimilées ensuite par la végétation puis retournées au sol par la décomposition de la matière organique.

Quoiqu'il en soit, la comparaison des données du complexe échangeable des sols ferrallitiques et de celui des sols ferrugineux ne fait guère apparaître de différences sensibles. Il existe même de plus grandes différences, sur ce plan, entre un sol ferrugineux très appauvri, développé à partir d'un micaschiste à muscovite quartzeux et un autre développé à partir d'une altération riche en minéraux 2/1 d'un gneiss méso-crate, par exemple.

En définitive les différences essentielles résident à l'échelle de la région dans les caractéristiques morphologiques et physiques.

Par rapport aux sols ferrugineux, nous avons, en effet, dans cette classe ferrallitique, des sols à profil relativement uniforme, nettement plus profonds, en règle très générale moins fortement et moins puissamment appauvris en argile dans leurs horizons supérieurs. La structure, alors qu'elle est le plus souvent particulière, massive ou grossièrement polyédrique chez les premiers, passe souvent, pour les sols ferrallitiques à polyédrique relativement fine, souvent nettement grumeleuse en surface, donnant pour l'ensemble du profil, un débit friable tandis que la compacité, la cohésion et la consistance ne présentent pratiquement jamais de caractères accusés. La redistribution du fer, est d'autre part, modeste et le concrétionnement est en moyenne, nettement moins poussé que dans les sols ferrugineux.

Tout ceci confère généralement à ces sols ferrallitiques, un ensemble de propriétés physiques favorables à l'enracinement ainsi qu'à l'alimentation en eau des plantes de par les propriétés hydriques qui sont la conséquence de textures beaucoup plus fines. Les profils de ces sols sont tous du type A B C, l'horizon d'altération pouvant plonger à grandes profondeurs (20 mètres, parfois plus). Ils ne sont jamais engorgés d'une façon sensible avant plusieurs mètres et les morphologies hydromorphes que nous pouvons observer sont le plus souvent "fossiles". Ces grandes profondeurs d'altération permettent l'emmagasinement d'une grande proportion des eaux drainant les horizons supérieurs et ces poches de matériaux meubles permettent ainsi d'alimenter les puits des villages pendant toute la saison sèche. La classification des sols, à l'intérieur de ce grand groupe ferrallitique, est basée, pour la région qui nous concerne, sur cinq grands critères, déterminant les groupes et sous-groupes ; appauvrissement en argile des horizons supérieurs, remaniement, rajeunissement par érosion, induration et concrétionnement.

Tous ces sols ferrallitiques se cantonnent soit sur les témoins de l'ancienne pèdiplaine tertiaire, soit sur les reliefs atacoriens ou bien sur le chaînon parallèle à cette grande zone montagneuse. Ces derniers sont nettement plus arrosés que l'ensemble de la pénéplaine. Leur couvert végétal est variable bien qu'à l'origine il fût vraisemblablement forestier. Actuellement, hormis les forêts-galeries, tous les îlots forestiers sont concentrés sur les sols ferrallitiques mais la dégradation anthropique accélérée les réduisent en nombre ainsi qu'en superficie à un rythme rapide pour faire place à une savane arborée, arbustive et même parfois herbeuse.

4.2.5.1. Groupe des sols ferrallitiques typiques.

Leur profil est caractérisé par une texture relativement uniforme sur une grande épaisseur, mais on peut toujours observer un appauvrissement dans l'horizon superficiel. De même, un certain remaniement les affecte, puisqu'une petite nappe de gravats, plus ou moins diffuse témoigne, dans presque tous les sols, que les horizons supérieurs ne se sont pas formés sur des matériaux rigoureusement en place. Mais, ce sont là des constantes du socle togolais. La cartographie des sols ferrallitiques a tenu compte de cette universalité en n'accordant à l'appauvrissement, de même qu'au remaniement une valeur taxonomique à l'échelle du groupe que lorsqu'ils affectent une épaisseur suffisante, en général supérieure à 50 cm.

Sous-groupe modal

Il est caractérisé par l'absence d'induration, d'hydromorphie, de rajeunissement ou d'accumulation organique. Il regroupe donc les sols ferrallitiques les plus typiques si l'on s'accorde que les altérations ferrallitiques profondes, bien drainantes ne favorisent qu'assez peu la différenciation ultérieure des horizons.

- - -

Faciès concrétionné sur gneiss divers (unité n°32)

Exemple : profil n° L 2801

LOCALISATION : à 0,270 km de la piste Gleï - Kpadégan, sur un
layon à 70°, débutant à 12,200 km de Gleï ;
latitude : 7°19'33" - Nord ; longitude : 1°03'50"
Est.

CLIMAT : tropical humide, guinéen, du type baouléo-dahoméen ;
pluviométrie moyenne annuelle : entre 1200 et 1300 mm ;
température moyenne annuelle : 26° environ.

SITE : très légèrement au-dessus du quart supérieur d'un petit
glacis aboutissant à un témoin de l'ancienne pédiplaine ;
pente : 1°30' vers l'aval, 2°00' vers l'amont ; altitude :
216 m.

ROCHE-MERE : vraisemblablement gneiss à biotite et amphibole du groupe de l'Ofé.

VEGETATION : forêt d'assez belle venue, mésophile.

SURFACE DU TERRAIN : unie - quelques termitières aux environs.

0 - 8

saumon sale (5 YR 4/3 - 5/3 en sec) ; finement sablo-argileux ; pratiquement pas d'éléments grossiers (petits gravillons anguleux de quartz et très petites concrétions rouge sombre moyennement patinées, subpisolitiques) ; structure grumeleuse à nuciforme moyennement développée ; meuble ; passage très moyennement rapide , plus accusé pour la structure.

8 - 32

rose-brun soutenu (5 YR 4/4 - 5/4 en sec) ; argilo-finement sableux ; très rares éléments grossiers identiques à ceux de l'horizon supérieur mais certaines concrétions sont un peu plus grosses et nous pouvons noter la présence de quelques gravillons et petits graviers émoussés de quartz ; massif à tendance assez nette polyédrique fine à moyenne, se révélant au débit ; moyenne cohésion d'ensemble ; quelques galeries (dont la section peut atteindre 3 cm) ; concentration relative de racines de tailles moyennes au sommet de l'horizon ; passage rapide pour l'apparition de nombreux éléments grossiers, progressif pour les autres caractères.

32- 88

assez forte concentration ferrugineuse à ferrugino-quartzreuse, de petites et très petites concrétions (ne dépassant pas 12 à 15 mm), rougeâtre ou brun-rouge foncé, de formes assez peu irrégulières et même subpisolitiques ou pisolitiques pour certaines d'entre les plus petites (elles sont alors noirâtres et patinées) ; ces concrétions sont accompagnées de gravillons anguleux de quartz dispersés dans tout l'horizon , certains d'entre eux étant subémoussés ou émoussés, et de 32 à 60 , de graviers et cailloux de quartz bien émoussés ou même arrondis, ferruginisés, souvent saccharoïdes ;
l'assez maigre remplissage de terre

fine passe progressivement de rouge sale (2,5 YR 4/4 - 4/6 en sec) à rouge soutenu (2,5 YR 4/6) et la texture passe assez rapidement à bien argileuse ; quelques très vagues faces luisantes de 32 à 55-60 ; structure massive à débit en fins polyèdres, assez friable, quoique la cohésion d'ensemble soit forte ; quelques galeries de termites dans les 10 cm supérieurs de l'horizon ; pas de racines ; passage assez rapide pour la disparition des concrétions , progressif pour les autres caractères .

88 - 105

rouge-ocre (2,5 YR 4/6 - 5/6) avec de très petites zones blanchâtres, feldspathiques (10 YR 8/1) ou blanc-jaune-rosé (10 YR 8/3) ; bien argileux ; très vagues faces luisantes ; rares éléments grossiers de natures identiques à celles de la base de l'horizon sus-jacent, disparaissent rapidement en profondeur ; massif à tendance polyédrique fine se révélant au débit ; cohésion d'ensemble : moyenne ; quelques rares racines ; passage progressif.

105-250 (et en dessous)

de rouge sale (2,5 YR 4/6 - 5/6 en sec) avec d'assez petites zones jaune (10 YR 8/6) , rouge brique (10 R 3/6) et noirâtres (5 YR 2/1 - 2/2) passe progressivement à un baroillage rouge (10 R 3/6) , rouge-violacé, jaune pâle (2,5 Y 8/6) avec quelques petites taches blanchâtres et quelques zones de couleur uniforme brun-saumon clair ou rose sale (5 - 7,5 YR 5/4), ces zones et les taches noirâtres disparaissant progressivement plus en profondeur, tandis qu'apparaissent des taches blanches (10 YR 8/1) ; texture d'ensemble : argileuse ; éléments grossiers d'abord très rares (petites et très petites concrétions rouge-carmin piquetées de jaune pâle en profondeur , tendres , de formes assez régulières) disparaissant en dessous de 210 - 220 ; structure massive avec assez nette tendance polyédrique assez fine jusqu'à 210 -220, puis purement massive ; cohésion d'ensemble : moyenne ; apparaissent dès 160 - 170 , quelques fines paillettes de muscovite et, dès 210 - 220, quelques petits feldspaths très altérés, farineux

profil n° L-2801

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H	
Profondeur min. (cm)	0	15	33	68	89	127	180	238	
Profondeur max. (cm)	8	24	45	77	101	137	190	250	
Eléments Grossiers %	0,24	3,68	57,57	48,50	9,71	4,03	2,16	0	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE									
Argile %	20,75	29,00	46,75	56,00	53,00	48,25	40,00	50,00	
Limon fin %	13,75	11,50	9,25	10,00	13,00	14,75	16,75	14,75	
Limon grossier %	7,00	6,50	5,65	4,25	7,15	7,05	8,70	10,00	
Sable fin %	32,65	30,14	15,75	11,15	10,85	13,85	15,10	12,65	
Sable grossier %	20,00	13,50	18,35	15,10	13,00	12,60	15,50	12,73	
Matière Organique totale %	41,50	16,86	14,33	9,91	7,62	5,76			
Carbone Organique ‰	24,13	9,80	8,33	5,76	4,43	3,35			
Azote ‰	1,84	0,79	0,71	0,59	0,43	0,34			
C/N	13,11	12,41	11,73	9,76	10,30	9,85			
COMPLEXE D'ECHANGE									
Ca m.e. %	14,17	7,38	7,41	6,83	6,16	6,08	5,70	7,85	
Mg m.e. %	1,37	0,96	1,37	1,17	1,17	1,08	0,82	0,47	
K m.e. %	0,49	0,49	0,37	0,28	0,15	0,14	0,37	0,04	
Na m.e. %	0,18	0,12	0,02	0,05	0,05	0,07	0,12	0,13	
S m.e. %	16,81	8,95	9,17	8,33	7,53	7,37	70,10	8,49	
T m.e. %	17,22	10,67	9,96	9,73	10,06	11,46	9,65	7,09	
S/T %	97,62	83,88	92,07	85,61	74,85	64,31	72,64	sature'	
pH eau	7,10	6,80	6,80	6,70	6,40	6,30	6,20	7,10	
pH KCl	6,40	5,90	6,00	5,75	5,60	5,40	5,20	6,05	
ATTAQUE TRIACIDE									
Résidu quartzeux %	60,22	56,25		19,48		14,48		15,82	
SiO ₂ combinée %	13,57	15,80		23,15		30,99		33,18	
Al ₂ O ₃ %	9,82	9,16		23,71		24,16		24,39	
Fe ₂ O ₃ %	6,56	7,52		14,40		17,12		14,56	
TiO ₂ %	1,63	1,67		1,42		1,58		1,37	
CaO %	Traces	Traces		0,30		0,89		Traces	
MgO %	1,01	0,85		0,33		0,12		0,87	
Na ₂ O %	0,18	0,19		0,30		0,27		0,22	
K ₂ O %	0,07	0,07		0,11		0,10		0,09	
P ₂ O ₅ %	0,17	0,20		0,16		0,13		0,07	
MnO %	0,15	0,15		0,13		0,10		0,07	
Perte au Feu %	7,97	6,32		10,78		11,07		10,51	
Rapport molécul. SiO ₂ /Al ₂ O ₃	quartz très abondant	quartz très abondant		2,08		2,17		2,31	

Caractères généraux

Avec un pourcentage d'argile de près de 21 dès la surface et de près de 47 à très faible profondeur (30 - 45 cm) , ce genre de sol se classe dans le grand groupe à hydroxydes individualisés (ferrugineux et ferrallitiques) parmi les moins appauvris, ceux dont le profil textural donne l'impression , du moins sur le terrain, de la plus grande uniformité. Même avec une pluviométrie assez réduite (1250 mm environ pour la situation du profil de référence), ces sols , le plus souvent sous couvert forestier , restent assez frais pendant toute la saison sèche. Une bonne structure, une forte perméabilité, des caractéristiques hydriques favorables liées à une texture nettement argileuse sur une grande profondeur, font que ces sols présentent, pour l'alimentation en eau des plantes, un bilan particulièrement favorable.

D'autre part, la puissance, ni l'intensité de l'horizon concrétionné ne sont telles qu'elles réduisent sensiblement le volume explorable ni qu'elles opposent aux racines une gêne considérable.

Par ailleurs, malgré l'altération nettement de caractère ferrallitique (les rapports moléculaires silice / alumine sont toujours extrêmement voisins de 2) le complexe d'échange est bien saturé en bases puisque la valeur minimale du rapport S/T est de 64% (à 130 cm de profondeur). Ceci se traduit par des pH proches de la neutralité (valeur minimale de 6,20). La somme des bases échangeables est également relativement forte et même élevée en surface puisqu'elle y atteint 17 m.é % . Ce sont là des caractères assez courants pour les sols ferrallitiques développés sur les gneiss les plus basiques du socle, sous couvert forestier du moins, si bien que liée aux propriétés physiques favorables que nous avons vues, cette assez bonne fertilité chimique met ces sols à un rang très honorable sur le plan des possibilités agronomiques , nettement avant nombre de sols ferrugineux. La matière organique est, comme on peut s'y attendre sous le couvert végétal, assez abondante, puisque nous en avons plus de 4% dans les 10 premiers centimètres et que ses pourcentages dépassent 1 jusqu'à une profondeur relativement grande (70 cm environ).

Sols associés

On les trouve régulièrement accompagnés de sols du groupe appauvri plus ou moins concrétionnés ou bien indurés, à cuirasse n'apparaissent souvent qu'en dessous de 70 cm, les passages s'effectuant en général très rapidement et sans que le laisse prévoir une quelconque modification de l'environnement ou des détails topographiques. Les sols indurés associés se cantonnent le plus souvent , toutefois , vers le

sommet des interfluvés sous forme de zones très discontinues. Vers l'aval, ces sols passent à ceux des différents sous-groupes lessivés ferrugineux selon une certaine transition.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Nous avons vu que tant sur le plan physique que chimique, ces sols sont dotés d'un réel potentiel. Nombre de cultures peuvent y réussir, le climat restant le facteur limitant. C'est pour cette raison que nous ne pourrions, à cause de la très sévère saison sèche affectant l'ensemble de la péninsule, y envisager souvent les cultures arbustives qui normalement sont bien adaptées à ces sols et qui de plus, leur permettent de garder leur environnement forestier. Dans la plupart des zones que couvrent ces sols, nous ne pourrions donc retenir que des cultures à cycle assez court, mais en réservant celles qui exigent les meilleures propriétés physiques : manioc, coton, maïs. Dans les zones à pluviométrie plus abondante et mieux répartie, nous pouvons envisager l'Elaeis, le caféier et des plantations fruitières (citrus en particulier) sous réserve que l'harmattan n'y soit que très peu fréquent. En ce sens, l'étude de rideaux d'arbres protecteurs contre le vent pourrait être effectuée afin de développer ces plantations à haut revenus, jusqu'alors restreints à la seule région montagneuse ou à ses abords immédiats.

- - -

Faciès peu concrétionné de sols dérivés de micaschistes à muscovite et quartzites (unité n° 33).

Exemple : profil n° L 2706

LOCALISATION : à 1,100 km du centre de Kamboïé, sur la route qui mène à Koussountou ; latitude : 8° 45'06" Nord ; longitude : 1°34'40" Est.

CLIMAT : tropical humide, guinéen du type baouléo-dahoméen ; pluviométrie moyenne annuelle : près de 1.350 mm ; température moyenne annuelle : 26°

SITE : sur un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente : 0°35' vers le N. W. ; altitude : 340 m.

ROCHE-MERE : micaschiste à muscovite quartzeux

VEGETATION : savane arborée et arbustive assez claire

SURFACE DU TERRAIN : unie avec quelques termitières aux environs

0 - 18

brun-rouge (5 YR 3/4 - 4/4 en sec) ; grossièrement sableux ; éléments grossiers très peu nombreux, représentés surtout par de petits gravillons anguleux de quartz hyalins ou à peine rubéfiés, et accessoirement, par quelques concrétions rougeâtres, légèrement patinées, de formes assez régulières, ne dépassant pas 14 mm ainsi que par quelques graviers et petits cailloux de quartz polycristallins anguleux ; massif particulière à tendance nettement nuciforme ; meuble ; racines moyennement nombreuses ; passage très progressif.

18 - 26

rouge-brun ; grossièrement sablo-argileux ; éléments grossiers toujours très peu à peu nombreux, identiques à ceux de l'horizon supérieur ; massif - particulière ; assez meuble à meuble ; racines moyennement nombreuses ; passage très moyennement rapide.

26 - 57

forte accumulation à prédominance d'abord ferrugineuse, puis rapidement quartzeuse, les plus grosses concrétions pouvant atteindre 6 cm (dans la moitié supérieure de l'horizon), ces concrétions sont en général de formes moyennement irrégulières pour les plus grosses, et sub-pisolitiques pour les plus petites, de couleur rougeâtre à rouge brun, assez souvent légèrement patinées ; les éléments quartzeux, représentés par des gravillons, graviers et cailloux polycristallins ont à peu près les mêmes caractéristiques du haut en bas de l'horizon mis à part le fait que les cailloux sont parfois plus ou moins émoussés dans la moitié supérieure de l'horizon (dans laquelle ils peuvent atteindre 3 cm) et toujours anguleux dans la moitié inférieure de celui-ci, où d'ailleurs tous les éléments quartzeux sont très anguleux et de tailles, dans l'ensemble, plus petites (rars cailloux) ; la matrice passe d'ocre (5 YR 4/4 - 5/4 en sec) à rouge (2,5 YR 4/6 - 5/6) et d'argilo-grossièrement sableuse à argileuse (avec un pourcentage sensible de

sables grossiers) ; massif à débit en petits polyèdres ou micro-agrégats polyédriques, friable ; la cohésion d'ensemble est moyenne ; racines peu nombreuses ; passage assez progressif.

57 - 250

uniformément rouge (2,5 YR 4/6 - 5/6) ; d'argileux (avec toujours, dans l'ensemble, une proportion sensible de sables grossiers) passe très lentement à argilo-grossièrement sableux ; moyennement nombreux gravillons très anguleux de quartz hyalins ou rosés, les autres éléments grossiers n'étant représentés que par de petites concrétions de formes assez régulières ou subisolithiques au sommet de l'horizon, disparaissant très rapidement en profondeur et par quelques cailloux de quartz anguleux hyalins dont certains, à partir de 100, sont encore groupés selon les filons ; massif à débit en polyèdres assez petits et petits, légèrement arrondis ; friable ; cohésion d'ensemble assez forte à forte ; très rares racines, visibles cependant jusqu'à 200 cm au moins ; quelques grosses galeries de termites disséminées jusqu'à 125 cm de profondeur ; dès 125 cm, on observe des zones, de plus en plus nombreuses, rappelant la structure de la roche-mère tandis qu'apparaissent des paillettes de muscovite ; passage très progressif.

250 - 330 (et en dessous)

rouge - violacé (10 YR 4/3 - 4/4) avec quelques petits points blancs (vraisemblablement de feldspaths altérés ; argilo-grossièrement sableux passant progressivement à grossièrement sableux ; éléments grossiers peu nombreux représentés uniquement par de petits gravillons et quelques petits graviers anguleux de quartz rosés à rubéfiés ; massif-particulaire à tendance à la formation de micro-agrégats ; forte cohésion d'ensemble ; nombreuses paillettes de muscovite.

profil n° L-2706

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H
Profondeur minim. (cm)	0	26	47	81	107	137	163	206
Profondeur maxim. (cm)	11	37	57	93	115	149	177	207
Eléments Grossiers %	12,05	57,13	59,93	38,44	23,46	21,09	24,82	25,12
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE								
Argile %	8,00	27,25	39,25	48,00	39,75	33,25	41,83	33,75
Limon fin %	3,75	2,75	4,50	4,75	8,50	9,25	9,22	10,00
Limon grossier %	4,65	3,90	4,95	3,94	6,95	6,45	5,62	5,35
Sable fin %	22,95	18,20	12,30	10,25	11,20	11,00	10,41	11,35
Sable grossier %	57,30	44,42	35,85	30,05	31,71	32,10	30,78	37,20
Matière Organique totale %	14,59	9,98	5,28	5,25	5,13	3,30	3,34	
Carbone Organique ‰	8,48	5,80	3,07	3,05	2,98	1,92	1,94	
Azote ‰	0,55	0,47	0,48	0,37	0,37	0,21	0,32	
C/N	15,42	12,34	6,40	8,24	8,05	9,14	6,06	
Matières Humiques totales C %	1,29	1,47	0,74	0,71	0,70			
Acides Humiques C ‰	0,74	0,27	0,09	0,10	0,10			
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰								
Ca m.e. %	2,31	1,55	1,44	1,87	2,01	2,21	2,38	2,21
Mg m.e. %	0,64	0,04	0,10	0,25	0,25	0,47	0,51	0,52
K m.e. %	0,12	0,17	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10
Na m.e. %	0,02	0,01	0,01	Traces	Traces	0,01	0,02	0,02
S m.e. %	3,09	1,77	1,66	2,22	2,36	2,78	3,00	2,85
T m.e. %	4,88	6,52	5,96	6,37	5,57	5,90	6,75	5,38
S/T %	63,32	27,15	27,85	34,85	42,37	47,12	44,44	52,97
pH eau	6,70	5,05	5,25	5,65	5,65	5,65	5,80	5,80
pH KCl	6,35	4,95	5,25	5,60	5,50	5,60	5,75	5,75
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,33	0,98	0,74	0,68	0,69	0,61	0,74	-
P ₂ O ₅ assimilable (TROUS) ‰	0,01	0,01	Traces	Traces	Traces	Traces	-	-
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	1,91		7,23		7,49			
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	1,43	3,22	5,33	5,16	5,86	5,60		4,61
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	74,87		73,72		78,24			
ATTAQUE TRIACIDE								
Résidu quartzéux %		67,33		47,60		46,67		45,37
SiO ₂ combinée %		14,43		20,12		21,04		22,62
Al ₂ O ₃ %		8,37		17,25		12,92		14,33
Fe ₂ O ₃ %		4,72		6,96		7,20		5,76
TiO ₂ %		0,75		0,78		0,78		0,71
CaO %		0,57		0,62		0,65		0,79
H ₂ O %		0,35		0,22		0,17		0,10
Na ₂ O %		0,05		0,04		0,04		0,05
K ₂ O %		0,26		0,31		0,35		0,47
P ₂ O ₅ %		0,05		0,06		0,06		0,04
H ₂ O %		0,15		0,09		0,10		0,06
Perte au feu %		5,16		6,87		8,90		7,28
Repp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		quartz trop abondant		1,38		2,76		2,68

Caractères généraux

Par rapport au profil précédent, celui-ci développé sur une roche-mère moins pourvue en fer, présente un horizon Bfe nettement moins riche en concrétions. La plus grande partie des éléments grossiers est représentée par une forte concentration sur place de quartz dérivant de filons dont la roche-mère est abondamment parcourue.

D'autre part, la plus forte richesse en quartz du matériau original permet un appauvrissement plus marqué des horizons supérieurs, mais ce phénomène n'intéresse toujours qu'une faible épaisseur, puisque la texture passe nettement argileuse bien avant 50 cm. Parallèlement, la structure devient plus massive, alors qu'elle était grumeleuse en surface pour le profil L 2801 d'emblée plus riche en argile. Cette dégradation de la structure est certainement, pour une grande part, la conséquence de celle du couvert végétal.

Parallèlement aux caractéristiques physiques, les paramètres chimiques accusent également une évolution défavorable. Si le degré de saturation reste assez élevé dans les 10 premiers centimètres, il ne s'en abaisse pas moins nettement à 27 % dans l'horizon le moins argileux. En profondeur, il dépasse rapidement 40 %. Les valeurs du pH accusent les mêmes variations par rapport à celles que nous avons notées sur gneiss.

Remarquons que le rapport silice / alumine peut atteindre des valeurs élevées : plus de 2,7 dès 140 cm de profondeur. Ceci ne doit pas faire illusion si nous notons que la roche-mère est riche en muscovite, minéral difficilement altérable, parfois abondant dans des sols ferrallitiques par ailleurs fortement évolué géochimiquement.

Notons enfin que les taux de matière organique traduisent la dégradation du couvert végétal : ils ne dépassent pas 1,50 % dans les 10 premiers centimètres. Les rapports C/N sont cependant assez peu différents de ceux notés sous forêt.

Sols associés

Ils sont à peu près les mêmes que pour l'unité précédente, les zones cuirassées étant toutefois un peu plus fréquente dans le nord.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Dans les régions les plus arrosées, du piedmont de la région montagneuse, où l'on trouve le plus souvent ces sols, il n'est pas impossible d'envisager l'extension de l'Elaeis ainsi que des plantations

fruitières sous réserve d'abri naturel ou artificiel les protégeant de l'harmattan. Partout ailleurs, coton et manioc seront les cultures les mieux adaptés , mais avec des rendements moindres que pour l'unité n° 32 car la fertilité [chimique et physique] accuse le caractère plus acide de la roche-mère.

4.2.5.2. Groupe des sols ferrallitiques appauvris

Sous-groupe modal.

Sont regroupés ici, des sols dont l'argile et/ ou les hydroxydes de fer sont en pourcentages nettement moindres dans les horizons A que dans les B, mais sans que l'on puisse déceler d'illuviation au niveau de ces derniers. Pour les mêmes raisons que celles exposées à propos du groupe précédent, nous ne retenons que le sous-groupe modal, étant entendu que les remaniements, bien que toujours présents, n'intéressent qu'une faible partie du profil.

— — —

Faciès moyennement concrétionné des sols dérivés de gneiss ou de micaschistes à muscovite (unité n° 34).

Il apparaît que l'appauvrissement est une caractéristique souvent liée au développement en profondeur d'un horizon à concrétion, indépendamment de la roche-mère. C'est pour cette raison que nous n'avons pas différencié les sols de cette unité selon le soubassement lithologique.

Exemple : profil n° L 2414

LOCALISATION : à 2,450 km à l'Est de Dagou sur la piste
Igboloudja-Kpessi ; latitude : 8°04' Nord ;
longitude : 1°20' Est ; altitude 254 mètres.

CLIMAT : tropical humide ; guinéen du type baouléo-dahoméen ;
température moyenne annuelle : entre 26 à 27° ;
pluviométrie moyenne annuelle : 1.200 mm environ.

SITE : sur un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente nulle

ROCHE-MÈRE : gneiss à biotite du groupe de l'Ofé.

VEGETATION : savane arborée assez dense.

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 8

zones gris-rosé (5 YR 4/1 - 4/2 en sec) et rose-saumon (5 YR 5/3 - 5/4) ; sableux avec une faible proportion d'argile ; rares à très rares éléments grossiers

représentés surtout par des concrétions petites allant de multiformes à pisolitiques, et quelques gravillons et graviers de quartz anguleux ; structure massive à particulaire à tendance assez faible nuciforme grossière ; assez meuble à meuble ; nombreuses racines ; passage moyennement rapide à l'horizon sous-jacent.

8 - 18

ocre-rosé ; sableux à sablo-argileux ; éléments grossiers identiques à ceux de l'horizon supérieur, devenant relativement un peu plus nombreux ; particulaire-massif ; assez meuble à meuble ; assez nombreuses fines racines ; passage assez rapide, surtout pour l'accumulation ferrugineuse.

18 - 40

forte accumulation ferrugineuse figurée par des concrétions le plus souvent moyennement multiformes, petites, accompagnées d'assez nombreux gravillons anguleux et quelques cailloux atteignant 5 cm anguleux ou très rarement écaillés, la matrice est rouge à rose, sablo-argileuse, massive à particulaire ; assez meuble ; racines peu nombreuses et fines ; passage assez peu rapide à l'horizon sous-jacent.

40 - 104

rouge-rosé (2,5 YR 5/6 en sec) ; d'argilo-grossièrement sableux passe à argileux ; assez peu nombreuses concrétions (diminuant de fréquence progressivement en profondeur) en général petites, assez tendres, peu à moyennement multiformes, accompagnées de gravillons et quelques graviers de quartz anguleux ; structure massive à débit polyédrique fragile, assez friable, de cohésion assez faible quelques faces luisantes peu nettes ; très rares racines ; assez nombreuses galeries (de termites) pouvant atteindre 8 cm ; passage peu rapide.

104-156

de carmin (10 R 4/4 en sec) passe progressivement à saumon (2,5 YR 5/4 - 4/4) avec de très petites taches blanc-jaunâtre (2,5 Y 8/4) ; argileux ; nombreux fragments et petits blocs de roche-mère ferruginisée de 108 à 135) ; les autres éléments grossiers devenant

profil n° L-2444

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H
Profondeur minim. (cm)	0	18	43	80	117	146	187	244
Profondeur maxim. (cm)	8	30	53	88	127	154	195	257
Elements Grossiers %	5,00	53,61	26,82	18,34	23,14	4,95	4,54	0
ANALYSE GRANULOMETRIQUE								
Argile %	14,25	15,75	34,00	42,75	35,25	46,50	42,50	29,25
Limon fin %	6,75	5,50	5,50	5,75	7,25	9,75	13,25	15,00
Limon grossier %	7,10	5,75	4,50	4,35	5,50	5,10	4,85	3,60
Sable fin %	31,75	30,20	13,50	12,85	16,05	12,00	13,70	12,50
Sable grossier %	37,25	40,75	41,50	31,45	35,70	23,50	22,50	37,25
Matière Organique totale %	35,72	18,61	13,57	8,26	6,79			
Carbone Organique ‰	20,77	10,82	7,89	4,80	3,95			
Azote ‰	1,13	0,71	0,61	0,45	0,32			
C / N	18,38	15,24	12,13	10,67	12,34			
Matières Humiques totales C %	3,22	1,84		0,70				
Acides Humiques C %	2,01	0,82		0,04				
COMPLEXE D'ECHANGE %								
Ca m.e. %	3,72	1,55	2,45	2,48	1,99	2,68	2,67	1,76
Mg m.e. %	0,70	0,19	0,59	1,05	0,69	1,10	1,25	0,75
K m.e. %	0,10	0,06	0,10	0,14	0,09	0,11	0,15	0,40
Na m.e. %	0,02	0,21	0,02	0,06	0,04	0,04	0,14	0,04
S m.e. %	4,54	2,01	3,16	3,73	2,81	3,93	4,21	2,95
T m.e. %	3,33	3,74	5,13	5,62	4,64	6,83	4,83	4,48
S/T %	saturé	53,74	61,60	66,37	60,56	57,54	87,16	65,84
pH eau	6,50	5,90	6,20	6,40	6,20	6,30	6,20	5,50
pH KCl	5,80	5,30	5,40	5,70	5,60	5,70	5,60	4,80
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,02	1,07		0,74		0,52		
P ₂ O ₅ assimilable (traces) ‰	0,03	0,05		0,07		0,05		
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	4,78		10,58					
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	2,77	4,37	7,42	7,09		7,44		4,40
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	57,95		67,58					
ATTACHE TRIACIDE								
Résidu quartzéux %		52,60		18,77		9,69		13,78
SiO ₂ combinée %		16,73		31,48		36,49		34,69
Al ₂ O ₃ %		13,55		24,85		28,34		29,51
Fe ₂ O ₃ %		6,88		10,32		10,16		6,48
TiO ₂ %		1,56		1,30		1,20		0,70
CaO %		1,73		1,53		1,51		2,65
H ₂ O %		0,42		0,50		0,53		0,58
Na ₂ O %		0,07		0,06		0,04		0,05
K ₂ O %		0,24		0,32		0,39		0,51
P ₂ O ₅ %		0,12		0,11		0,08		0,06
MnO %		0,33		0,24		0,16		0,12
Perte au feu %		5,85		10,35		11,41		11,23
Rapp. molec. SiO ₂ / Al ₂ O ₃		2,09		2,15		2,18		1,99

progressivement très rares, représentés par des gravillons et quelques petits graviers anguleux de quartz, par de petites concrétions peu multiformes ou subpisolitiques ainsi que par des feldspaths et ensembles quartzofeldspathiques ; l'horizon est traversé d'assez nombreux filonnets de quartz peu dérangés ; massif à tendance polyédrique assez nette et fine, assez friable ; on peut noter d'assez nombreux revêtements argileux peu nets ; cohésion passant de forte à assez forte à moyenne ; très rares racines ; passage peu rapide.

156 - 260 et en dessous

de saumon (2,5 YR 5/4 en sec) avec quelques petites taches jaunâtres (10 YR 7/6), rouge - brique (10 YR 3/4 - 4/4) noirâtres, et (moins souvent) blanches, passe progressivement à finement tacheté de saumon pâle (2,5 YR 6/4), ou assez soutenu (2,5 YR 5/4), blanchâtre, ocre-jaune et noirâtre ; d'argileux passe progressivement à argilo-grossièrement sableux ; les seuls éléments grossiers sont représentés par quelques filonnets de quartz en place ; de polyédrique assez fin, assez friable, passe à massif.

Caractères généraux

L'appauvrissement en argile est nettement plus poussé que dans les profils précédents puisque jusqu'à 40 centimètres de profondeur au moins, les textures sont nettement sableuses tandis que le maximum d'argile n'est atteint qu'aux environs de 150 cm de profondeur. D'autre part, l'horizon concrétionné intéresse une partie assez importante du profil à défaut d'être très intense, sinon en son sommet.

Remarquons la saturation totale du complexe d'échange en surface, due non pas tant à une élévation particulière de la somme des bases qu'à une baisse de la capacité d'échange entraînée par l'appauvrissement en argile ainsi que par une humification apparemment déficiente de la matière organique (C/N de plus de 18).

En dessous de cet horizon superficiel, les taux de saturation dépassent toujours nettement 50% avec des sommes de bases échangeables et des capacités d'échange modestes.

A partir d'une roche-mère identique à celle du profil N ° L 2801 nous pouvons voir que la dégradation du couvert végétal et l'appauvrissement ont abouti au développement d'un sol aux horizons nettement plus différenciés, présentant, au total, une forte redistribution du fer, et dont le bilan chimique a évolué dans un sens négatif.

Sols associés

Les principaux, les plus fréquents sont : ceux de l'unité 19 (sols ferrugineux lessivés à concrétions dans matériau ferrallitique à kaolinite dominante), ceux de l'unité 18 (sols ferrugineux lessivés, à concrétions, dérivés d'altérations souvent riches en argiles 2/1) pour des zones dont on peut supposer une certaine phase très ancienne d'érosion géologique; enfin, des sols des groupes typique et remanié ainsi que ceux du sous-groupe induré.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Leurs caractéristiques chimiques autant que physiques en font des sols nettement moins fertiles que ceux du sous-groupe précédent : une certaine évolution ferrugineuse se marque ici par un développement sensible du concrétionnement (d'où réduction du volume explorable par les racines), une différenciation texturale accusée entraînant un abaissement du potentiel hydrique et, enfin, par une diminution du total des bases échangeables bien que le pourcentage de saturation reste assez élevé. Pour toutes ces raisons, nous n'envisageons plus guère de possibilités de plantation arborées. Il sera plus sage de mettre l'accent sur le développement des cultures annuelles exigeant des sols profonds, telles qu'ici, aussi, le manioc le coton et le maïs. Le haricot est aussi à envisager, tandis que l'igname devra être cantonnée sur les sols chimiquement les mieux pourvus.

Sous-groupe induré

De même que pour les sols ferrugineux, deux ensembles de profils peuvent se distinguer selon la profondeur d'apparition de l'horizon induré, 70 cm restant une valeur critère en deçà de laquelle les horizons supérieurs sont soumis à un appauvrissement très intense et souvent à une hydromorphie secondaire. Pour les horizons meubles plus épais, les caractéristiques du profil restent inchangées de part et d'autre de l'horizon induré et les remarques quant aux possibilités agronomiques restent

les mêmes que celles notées pour le sous-groupe induré des sols ferrugineux , en fonction de la profondeur.

Dans ce sous-groupe de sols ferrallitiques, l'induration se présente plus souvent sous forme d'un cuirassement que d'un carapacement. Peut être , cette différence avec les sols ferrugineux provient-elle d'une mise à la disposition de l'induration de plus fortes quantités de fer concentrées auparavant par les sols ferrallitiques ou bien n'est-elle que le reflet d'une évolution sur une durée autrement plus longue ?

La morphologie de la cuirasse est plus souvent vacuolaire ou scoriacée que concrétionnaire ou nodulaire. Elle est rarement massive et dans ce cas généralement seulement dans sa partie supérieure.

4.2.5.3. Groupe des sols ferrallitiques remaniés

Sous-groupe modal

C'est en définitive le seul sous-groupe retenu, bien que des tendances très nettes soient observables, un peu partout : vers le sous-groupe faiblement rajeuni ou bien, au contraire, mais moins souvent, vers le sous-groupe éluvié "provenant d'une véritable fonte de l'horizon B, du sol initial, toujours très vieux" (G. AUBERT et P. SEGALEN, 1966). La tendance vers le sous-groupe faiblement rajeuni apparaît surtout en auréole en tête des marigots disséquant l'ancienne pédiplaine, mais toujours de façon absolument irrégulière et finalement peu visible sur photographies aériennes étant donné qu'elle ne se traduit pas par des différences sensibles dans le couvert végétal.

La tendance vers le sous-groupe éluvié est autrement plus rare. On peut l'observer au sein des plus vastes témoins de l'ancienne pédiplaine mais seulement sous forme de très petites zones dispersées et non cartographiables.

Ces sols du sous-groupe modal des ferrallitiques remaniés n'apparaissent, sur la pénéplaine togolaise que sous un faciès qui représente en superficie, le plus fort pourcentage couvert par ceux, non indurés, de la classe ferrallitique : environ les trois quarts. Les caractéristiques morphologiques (présence d'une nappe de gravats importante en premier lieu, éluviation des horizons superficiels, redistribution du fer, structure plus ou moins dégradée, l'apparentent nettement aux sols ferrugineux avec lesquels on peut observer toutes les intergrades imaginables. Ce faciès à évolution ferrugineuse lessivée-appauvrie, à concrétions n'a été retenu que pour les profils ne présentant qu'une faible épaisseur affectée par ce phénomène : 60 cm au maximum.

Faciès d'évolution superficielle ferrugineuse lessivée-appauvrie et plus ou moins concrétionnée de sols ferrallitiques dérivés de roche-mères diverses (unité n° 37).

Exemple : profil n° 2721

LOCALISATION : à 1,100 km au sud du marigot Totoï, sur la
piste Bagou-Morita ; latitude : $8^{\circ} 13' 33''$
Nord ; longitude : $1^{\circ} 20' 18''$ Est.

CLIMAT : tropical humide guinéen à soudano-guinéen ; pluvio-
métric moyenne annuelle : entre 1.200 et 1250 mm

SITE : sur un témoin de l'ancienne pédiplaine ; pente : $0^{\circ} 20'$;
altitude : 301 m

ROCHE-MERE : vraisemblablement paragneiss à muscovite du groupe
d'Agbandi-Ejougou (zone des gneiss supérieurs)

VEGETATION : savane assez arbustive et arborée

SURFACE DU TERRAIN : unie - quelques termitières

0 - 13

gris - beige (10 YR 4/2 - 5/2 en sec) ; assez finement
sableux ; rares éléments grossiers , représentés par de
petites et très petites concrétions rougeâtre - foncé
ne dépassant pas 15 mm, de formes assez régulières ou
subpisolitiques, accompagnées de quelques petits gra-
villons de quartz anguleux et graviers polycristallins
présentant des traces d'usure - particulière - massif ;
meuble ; racines peu nombreuses ; passage assez pro-
gressif.

13 - 51

d'ocre-brun à rose - brun (5 YR 4/3 - 4/4 en sec)
passe progressivement à rose - ocre (5 YR 5/4) ; d'as-
sez finement sableux, passe progressivement à grossière-
ment sablo-argileux ; les éléments grossiers devenant
progressivement moyennement nombreux, sont représentés
par des petites et très petites concrétions rouge assez
clair ,relativement anguleuses et non patinées pour les
plus grosses (ne dépassant cependant pas 15 mm) sub-
pisolitiques et pisolitiques pour les plus petites ,
qui sont parfois patinées en brun rougeâtre foncé ;
ces concrétions ne sont accompagnées jusqu'à 30 cm, que
de quelques gravillons anguleux et cailloux épars de
quartz, (ne dépassant pas 5 à 6cm) et anguleux, mais
en dessous de 30, les graviers et cailloux de quartz
(pouvant atteindre 8 cm) les derniers étant parfois

bien émousés, deviennent plus nombreux tout en restant plus ou moins concentrés en zones distinctes ; particulière-massif puis massif , à tendance nuciforme assez fine dans tout l'horizon ; cohésion d'ensemble assez forte ; racines encore nombreuses jusqu'à 30 puis peu nombreuses ; passage assez rapide à rapide mais un peu festonné.

51 - 105

rose à rouge (2,5 YR 4/6 - 5/6 en sec) ; argileux (avec un pourcentage notable de sables) ; quelques vagues amorces de faces luisantes et de très rares et minces revêtements argileux saumon ; les éléments grossiers , devenant progressivement rares, sont représentés par de très petites et petites concrétions rouge sombre, non patinées, subpisolitiques ou de formes assez régulières, en général assez tendres, accompagnées de petits gravillons de quartz anguleux polydristallins hyalins ou bien jaunis ou rosis et quelques cailloux anguleux plus ou moins alignés en filons ; massif à débit polyédrique assez fin moyennement net, légèrement friable ; cohésion d'ensemble assez forte à moyenne ; très rares racines ; quelques galeries de termites, isolées, dont la sections peut atteindre 7 à 8 cm ; passage très progressif.

105-370 et en dessous

de rose-rouge (2,5 YR 4/6 - 5/6 en sec) avec des zones à structure assez particulière de couleur ocre-rose sale (2,5 - 5 YR 5/4) passe progressivement à de petites taches rose assez sale (2,5 YR 5/4), ocre sale (7,5 YR 5/6), blanc-rose pâle (5 YR 7/3) piqueté de rose, moyennement délimitées, puis, plus en profondeur, à des taches blanchâtres, rouge à rouge -brique et jaune - ocre, argileux (avec souvent, une assez sensible proportions de sable) jusqu'à 300, puis passe très progressivement à sablo-argileux ; éléments grossiers extrêmement rares, représentés par de très petites concrétions identiques à celles de l'horizon sus-jacent , accompagnées de quelques petits gravillons anguleux de quartz ; à signaler la présence de quelques très rares quartz filoniens ; massif à débit finement polyédrique assez net et assez friable jusqu'à

profil n° L-2721

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G	H
Profondeur min. (cm)	0	17	38	59	93	126	173	222
Profondeur max. (cm)	9	27	47	67	102	136	181	231
Éléments Grossiers %	7,45	16,42	36,48	22,39	8,56	4,69	1,99	0,58
ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE								
Argile %	8,25	11,75	15,75	40,50	37,25	41,25	47,25	47,00
Limon fin %	4,50	4,00	4,50	5,50	8,00	11,00	14,00	18,75
Limon grossier %	8,60	5,90	6,50	4,35	7,05	7,65	9,10	6,35
Sable fin %	41,00	41,60	27,50	16,90	17,85	16,80	13,50	12,65
Sable grossier %	34,80	34,30	44,00	30,90	27,45	22,10	15,40	12,90
Matière Organique totale %	18,09	8,64	6,00	6,98	6,21	5,97	3,94	
Carbone Organique ‰	10,52	4,92	3,49	4,06	3,61	3,47	2,29	
Azote ‰	0,58	0,35	0,27	0,32	0,26	0,32	0,27	
C / N	18,14	14,06	12,93	12,63	13,88	10,84	8,48	
Matières Humiques totales C %	2,03		0,64		0,55			
Acides Humiques C %	1,52		0,13		0,07			
COMPLEXE D'ÉCHANGE ‰								
Ca m.e. %	4,64	2,51	1,80	3,16	3,03	4,07	4,32	6,00
Mg m.e. %	0,35	0,14	0,45	0,75	0,44	0,46	0,65	0,37
K m.e. %	0,15	0,27	0,09	0,09	0,15	0,11	0,07	1,89
Na m.e. %	0,02	0,02	Traces	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04
S m.e. %	5,16	2,94	2,34	4,01	3,64	4,65	5,06	8,30
T m.e. %	7,80	5,51	4,49	9,08	8,16	8,80	17,64	9,25
S/T %	66,15	53,36	52,12	44,16	44,61	52,84	28,68	89,73
pH eau								
pH KCl								
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	6,60	6,25	6,20	6,25	6,10	5,95	5,90	5,80
P ₂ O ₅ assimilable (TRUOG) ‰	6,30	5,75	6,60	5,90	5,60	5,80	5,60	5,30
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	3,55	4,12				9,63		9,63
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	1,91	2,47	2,37	6,44	6,96	7,26	9,01	7,13
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	53,81	59,35				75,39		74,04
ATTAQUE TRIACIDE								
Résidu quartzeux %			74,16	40,34	39,78		22,82	
SiO ₂ combinée %			10,43	22,00	22,27		28,38	
Al ₂ O ₃ %			5,14	17,05	18,69		25,20	
Fe ₂ O ₃ %			4,48	8,80	8,64		11,60	
TiO ₂ %			1,06	1,06	0,35		1,27	
CaO %			1,07	1,00	1,10		1,09	
HgO %			Traces	0,10	0,01		0,21	
Na ₂ O %			0,03	0,03	0,04		0,04	
K ₂ O %			0,12	0,23	0,21		0,26	
P ₂ O ₅ %			0,05	0,06	0,07		0,07	
MnO %			0,18	0,18	0,10		0,11	
Perte au feu %			3,36	8,16	8,46		10,63	
Rapp. molaire SiO ₂ /Al ₂ O ₃			quartz très abondant	2,19	2,02		1,91	

250, puis très peu net ; cohésion d'ensemble assez forte ; pratiquement plus de racines en dessous de 180 ; quelques galeries (pouvant atteindre 3 à 4 cm en section) jusqu'à 140 cm de profondeur.

Caractères généraux

Notons le très fort appauvrissement affectant la partie supérieure du profil correspondant à ^{un} remaniement intense comme la prouve la présence de nombreux quartz résiduels dont une grande proportion est émoussée. Parallèlement, les couleurs s'éclaircissent et passent à des teintes ocre, voire beige ou gris beige en surface, tandis que la structure devient massive ou particulière lorsque l'appauvrissement fait baisser suffisamment les taux d'argile.

Il semble que la morphologie des concrétions (et nodules) puisse les répartir en deux générations : celles correspondant à la phase d'évolution ferrugineuse superficielle, et celles procédant de l'évolution ferrallitique normale, qu'on retrouve en dessous de la partie remaniée du profil. Les premières sont plus grosses, de formes anguleuses et rouge assez clair, tandis que les secondes sont en général nettement plus petites, de formes beaucoup plus régulières (subpisolitiques) et de couleur sombre. Si les premières provenaient d'une "fonte" du sol ferrallitique, lui-même, on ne voit guère par quels processus leur taille leur couleur et leur forme auraient pu être modifiées? D'autre part, en la situation dominante de ce profil, toute éventualité d'apport doit être écartée.

Mis à part l'horizon superficiel humifère qui dans tous les types de sols est toujours plus riche en bases échangeables et mieux saturé, nous voyons que l'évolution ferrugineuse correspond, par rapport aux horizons plus profonds, nettement ferrallitiques, à un léger accroissement du taux de saturation, plus peut-être par abaissement de la capacité d'échange que par accroissement de la somme des bases échangeables? Dans la très grande majorité des sols, dont l'évolution a toujours été la même depuis l'origine, ces horizons immédiatement sous-jacents à celui de surface, humifère, présentent les pourcentages minimum de saturation.

Enfin, nous pouvons noter que l'abaissement du taux d'argile dans les horizons supérieurs procède surtout d'un appauvrissement : les taux, de silice combinée et d'alumine totales croissent régulièrement ou restent sensiblement constants en profondeur indépendamment d'un maximum argileux qui se situe, ici, pour 47,25 % à 178 cm environ. Le "ventre" argileux

correspond donc à un maximum d'argilification.

Sols associés

Ce sont principalement ceux des unités précédentes des sols ferrallitiques ainsi que ceux de l'unité 19 : sols ferrugineux du sous-groupe à concrétions , à lessivage - appauvrissement moyennement profond dans altération ferrallitique à kaolinite très dominante. Les passages sont très rapides et aléatoires. Vers l'aval des versants nous passons graduellement à des sols ferrugineux lessivés à concrétions typiques , développés dans matériaux assez riches en argiles 2/1 par l'intermédiaire de sols du même sous-groupe mais développés dans des matériaux d'altération ferrallitiques de moins en moins typés, marqués d'autre part, de plus en plus par une hydromorphie très vraisemblablement ancienne.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Ce sont en général des sols bien drainés, profonds mais dans lesquels la présence d'une nappe de gravats réduit sensiblement le volume explorable par les racines? D'autre part, ces remaniements souvent intenses introduisent à une assez faible profondeur, une discontinuité non seulement morphologique mais également physique . La partie en place, non remaniée , non pédoturbée, est fréquemment plus cohésive, plus massive que les horizons sus-jacents et ceci oppose à l'enracinement un barrage assez sérieux.

Toutefois cette gêne peut n'être que très localement rédhibitoire et nous pouvons envisager pour ces sols , l'éventail de cultures adaptées à ceux du groupe appauvri : manioc, coton, maïs principalement.

4.2.5.4. Groupe des sols rajeunis ou penevolués.

Celui-ci n'est représenté , au Togo, que par des formations bien drainées des plus forts reliefs de la pénéplaine ou du piedmont de la région montagneuse. Un seul sous-groupe sera donc retenu, celui caractérisé par l'érosion et remaniement, les deux autres sous-groupes : avec apport éolien et hydromorphe exigent pour se manifester des conditions naturelles bien différentes.

C'est surtout sur les micaschistes et quartzites des abords ou du piedmont de la chaîne atacorienne que les sols du sous-groupe retenu sont les mieux représentés : les reliefs sont plus vifs ; tandis que les parties gneissiques ou granitiques du socle ont donné lieu, en conséquence d'une altération plus rapide, à un abaissement , un aplanissement plus prononcés du paysage. Toutefois, c'est dans une région bien aplanie que nous observerons le profil cité en exemple, pour montrer que même dans des conditions naturelles peu propices, l'érosion combinée au remaniement peut aboutir à modifier profondément les sols.

Sous-groupe avec érosion et remaniement

Famille sur gneiss (unité n° 39)

Exemple : profil n ° L __ 2425

LOCALISATION : à 1,223 km à l'Ouest du carrefour à l'entrée de Tchamba, sur la route de Sokodé ; latitude : 9° 01' 21" Nord ; longitude : 1° 24' 06" Est.

CLIMAT : tropical humide , du type Baouléo-dahoméen ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.240 mm environ.

SITE : sur le sommet d'une ondulation , un peu au dessus du quart supérieur d'un assez long glacis (à faible convexité) aboutissant à un témoin de l'ancienne pénéplaine ; pente 0° ; altitude : 350 m

ROCHE-MÈRE : amphibolite interstratifiée dans des micaschistes à muscovite dans la zone des gneiss supérieurs du groupe d'Agbandi - Djougou.

VEGETATION : steckeraie assez basse, parcourue par les feux de brousse

SURFACE DU TERRAIN : unie.

0 - 16

brun-beige soutenu à brun-grisâtre (7,5 YR 4/2 en sec) ; finement sableux ; éléments grossiers très moyennement nombreux, représentés par de petites et très petites concrétions en général subpisolitiques ou pisolitiques, assez patinées pour les plus petites, de petites pseudo-concrétions de formes plus irrégulières, ainsi que des gravillons, graviers, anguleux et quelques cailloux de quartz pouvant atteindre 4 à 5 cm, plus ou moins émoussés, souvent grossièrement saccharoïdes ; particulaire ; meuble ; nombreuses racines ; passage assez progressif.

16 - 40

ocre-brun (5 YR 4/4 - 4/6 en sec) ; finement sablo-argileux ; nombreux éléments grossiers représentés par des fragments de roche-mère, plus ou moins évolués en pseudo-concrétions, de formes assez irrégulières, pouvant atteindre 4 à 5 cm ; quelques très petites concrétions moyennement patinées subpisolitiques ou pisolitiques, ainsi que quelques gravillons, graviers et cailloux de quartz, pouvant atteindre 5 à 6 cm, assez peu ferruginisés, le plus souvent concentrés en zones au sommet de l'horizon ; structure particulière à tendance à la formation de très petits agrégats nuciformes à polyédriques ; assez meuble à meuble ; assez nombreuses racines ; passage assez progressif.

40 - 80

rouge-brun soutenu (2,5 - 5 YR 4/6 en sec) ; argilo-finement sableux ; fragments (ferruginisés) de roche-mère altérée beaucoup moins nombreux que dans l'horizon sus-jacent, les autres éléments grossiers, rares, étant représentés par de très petites concrétions pisolitiques ou subpisolitiques, noires ou rouge-sombre plus ou moins bien patinées, par de petites pseudo-concrétions ocre et quelques gravillons anguleux de quartz hyalins ou peu ferruginisés ; finement à très finement mais nettement polyédrique à grumeleux ; friable ; assez meuble à meuble ; racines assez nombreuses à nombreuses ; passage progressif.

profil n° L-2625

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	
Profondeur minim. (cm)	0	26	50	92	152	
Profondeur maxim. (cm)	12	39	60	109	165	
Eléments Grossiers %	23,22	46,20	5,38	3,06	7,77	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE						
Argile %	8,25	16,50	34,50	45,75	19,75	
Limon fin %	2,50	3,75	6,00	5,25	7,25	
Limon grossier %	7,15	9,20	6,14	10,60	7,30	
Sable fin %	53,80	45,65	30,15	36,15	35,85	
Sable grossier %	19,00	21,10	15,00	24,11	20,60	
Matière organique %	18,11	10,53	10,92			
Carbone organique %	10,53	6,12	6,35			
Azote %	0,51	0,57	0,70			
C/N	20,65	10,74	9,07			
Matières Humiques totales C %	1,46		1,27			
Acides Humiques C %	0,82		0,23			
COMPLEXE D'ECHANGE						
Ca m.e. %	6,16	3,25	8,60	16,62	11,95	
Mg m.e. %	0,67	1,13	2,72	7,35	4,13	
K m.e. %	0,11	0,04	0,08	0,06	0,05	
Na m.e. %	0,03	0,03	0,05	0,17	0,11	
S m.e. %	6,37	4,51	11,45	24,20	16,24	
T m.e. %	8,57	10,39	19,28	30,85	23,99	
S/T %	81,33	41,04	53,39	78,44	67,69	
pH eau	6,90	5,40	5,50	6,30	5,30	
pH KCl	6,20	5,50	5,50	5,30	5,30	
P ₂ O ₅ total (attaque nitrique) %	2,46		3,71		8,00	
P ₂ O ₅ assimilable (raoult) %	0,10		0,17		0,66	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	13,85	14,88	18,62	19,09	18,11	
Fe ₂ O ₃ libre (DIB) %	4,71	7,26	11,58	11,65	11,63	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ HCl %	34,00	48,79	62,19	61,03	64,22	

30 - 160 et en dessous

roche-mère altérée, rubéfiée, encore structurée se résolvant localement en poches de terre fine ocre-brune (5 YR 4/4 en sec) finement sablo-argileuse ou argilo-finement sableuse, dans laquelle les rares ou très rares éléments grossiers sont représentés par de petites pseudo-concrétions ou petits fragments de roche-mère assez fortement ferruginisés, aussi que par quelques gravillons anguleux de quartz hyalins ; la structure de cette terre fine passe de très finement polyédrique à massive avec tendance à l'individualisation de très petits polyèdres ; la cohésion s'affirme légèrement en profondeur, bien que l'horizon reste friable.

Caractères généraux

Le trait le plus marquant de ces sols est l'apparition rapide en profondeur de zones de roche-mère encore structurée. Le drainage est très bien assuré ici, grâce à un soubassement très vraisemblablement fortement diaclasé. Le remaniement s'est traduit par l'appauvrissement d'une assez importante tranche supérieure du profil. Concrétions ^{sont} observables mais elles procèdent au même titre que les autres éléments grossiers, du résidu d'érosion : à partir d'une profondeur restreinte, les seuls éléments ferrugineux indurés sont des pseudo-concrétions avec lesquelles les concrétions des horizons superficiels n'entretiennent aucun lien génétique.

Notons l'assez profonde incorporation de la matière organique au profil : les taux supérieurs à 1% sont notés jusqu'à 60 cm de profondeur au moins.

Son évolution est, par ailleurs, rapide puisque le rapport C/N s'abaisse jusqu'aux environs de 10 dès 15 à 20 cm.

Enfin les sommes de bases échangeables sont assez élevées. Dès 40 à 50 cm ; elles dépassent nettement 10 m.é. % et mis à part l'horizon immédiatement sous-jacent à celui de surface, le plus humifère, les taux de saturation sont sensiblement ou bien voisins de 60 % ou bien, le plus souvent, supérieurs à cette valeur.

Sols associés

Ce sont tous ceux de la classe ferrallitique , mais surtout des groupes appauvri et remanié, non compris le sous-groupe induré du premier d'entre eux. Essentiellement sur micaschiste, nous les trouvons également accompagnés de sols de l'unité n° 14 (faciès peu profonds, moyennement appauvri , dans altération kaolinitique plus ou moins hydromorphe, du sous-groupe non ou peu concrétionné des sols ferrugineux lessivés).

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Le drainage très rapide de ces sols et leur manque de profondeur, accusé par la présence d'un fort pourcentage de fragments de roche réduisant le volume disponible , font de ces sols, des milieux rapidement ressuyés et très secs après la fin de la saison des pluies. D'autre part, les propriétés chimiques sont satisfaisantes , d'autant plus que ces sols présentent une forte réserve d'éléments minéraux altérables. Dans ces conditions ils conviendront à des cultures à cycle court, exigeantes au plan chimique : maïs, haricot, coton.

4.2.6. CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES

Sous-classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères.

Bien que ce socle soit, en grand, assez aplani, sa pente générale, la hiérarchie très élaborée de son très dense réseau hydrographique ainsi que l'enfoncement relativement récent de ses cours d'eau interdit la stagnation prolongée des eaux en quelque région que ce soit. Dans ces conditions, bien que l'hydromorphie soit reconnue un peu partout surtout par engorgement temporaire de profondeur, elle n'aboutit jamais à développer des accumulations organiques. Cette classe n'est, ainsi, représentée que par sa subdivision des sols hydromorphes non ou peu humifères, c'est à dire de ceux présentant des taux de matière organique inférieurs à 10 % sur au moins 20 cm. En réalité, les pourcentages sont loin d'atteindre ce minimum, puisque la moyenne se situe aux environs de 2 % pour les 20 premiers centimètres avec des maximum n'excédant que rarement 5 %.

Cette hydromorphie se traduit surtout, pour les sols du socle togolais par des caractères de couleur. Les redistributions, à l'échelle du profil, d'éléments solubilisables sont très discrètes : en particulier le concrétionnement des hydroxydes de fer est rare, celui du manganèse jamais observé et la concentration du carbonate de calcium épisodique, toujours très discrète. La formation de cuirasse ou de carapace sous l'action de l'hydromorphie n'intéresse toujours que de très petites zones, très disséminées. Parmi cette sous-classe des sols hydromorphes peu humifères, nous pouvons rattacher les profils étudiés à deux groupes : celui des sols à gley et celui des sols à pseudo-gley. Les premiers sont développés sur des complexes alluviaux souvent riches en argile, ou sur des altérations riches en argile 2/1 remaniées et transportées à faible distance en général, dans les fonds de talwegs.

Les seconds se sont développés principalement dans des complexes colluviaux - alluviaux, à dominance sablo-argileuse ou argilo-sableuse étalés sur une partie plus ou moins importante des bas de pente.

L'ensemble de ces matériaux transportés à plus ou moins grande distance ne couvre qu'une faible partie du socle : on peut estimer celle-ci à 9 % à peine de la superficie de la région étudiée.

A l'échelle d'une cartographie en 1/200.000, il est très difficile de faire apparaître ces sols, car la faible étendue de terrain couvert par eux, de part et d'autre des cours d'eau, gêne bien souvent leur représentation graphique. Aussi faut-il considérer que la carte exagère parfois cette dimension bien que seules, les zones les plus larges aient été retenues. Dans une cartographie à plus grande échelle, ces sols

prendraient une importance beaucoup plus marquée :

Enfin, notons que tous les cours d'eau de ce socle se présentent comme une succession irrégulière de rapides et de biefs : cette particularité de leur profil en long s'est traduite sur les caractères non seulement des matériaux alluvionnés mais également sur ceux du colluvionnement des parties inférieures des versants adjacents. Les matériaux originels de tous ces ^{sols} hydromorphes présentent en conséquence, un large éventail tant dans leur composition minéralogique que dans leur granulométrie. A l'échelle du 1/200.000, il est out à fait illusoire d'en préciser des familles si bien que nous ne les classifions pas d'une manière plus précise que le groupe.

4.2.6.1. Groupe des sols a gley (unité n° 40)

Les profils observés rattachés à ce groupe font ranger les sols dans trois des quatre sous-groupes établis par la classification française : sols à gley de surface ou d'ensemble, à gley de profondeur et gley lessivés. Seuls les sols à gley sales n'ont pu être reconnus. Une remarque doit être faite à propos des sols à gley lessivés : dans la plupart des cas, il est impossible, au moins sur le terrain, de faire, pour leurs horizons superficiels éluviés, la part entre le lessivage en profondeur, l'appauvrissement latéral et les aléas sédimentologiques.

Pour le socle togolais, ce sont les sols à gley de profondeur qui dominent très largement, car les engorgements n'intéressent, très généralement pas la totalité des profils, un certain drainage latéral permettant aux horizons supérieurs de se ressuyer assez facilement et de s'aérer dès la fin de la saison des pluies.

Exemple : profil n° L 2656

LOCALISATION : à 3,050 km à l'Est du radier du Mono, sur la
piste Atakpamé - Glito ; latitude : 7° 34' 22"
Nord ; longitude : 1° 22' 04" Est

CLIMAT : tropical humide, guinéen, du type baouléo-dahoméen ;
pluviométrie moyenne annuelle : 1.150 mm environ.

SITE : en bas de pente d'un petit glacis aboutissant à la crête
d'un interfluve très surbaissé par rapport au niveau
de l'ancienne pédiplaine ; pente : 0, 55' vers l'amont,
0°30' vers l'aval ; altitude : 140 m.

ROCHE-MÈRE : sur gneiss à biotite du groupe de l'Ofé (zone des gneiss supérieurs à inférieurs).

VEGETATION : galerie forestière

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 13

gris foncé (10 YR 3/1 - 4/1 en sec) ; grossièrement sableux à grossièrement sablo-argileux ; éléments grossiers extrêmement rares, représentés par quelques petits gravillons anguleux de quartz et quelques très petites concrétions pisolitiques patinées ; massif particulier à tendance nuciforme grossière lors du débit, assez poreux ; meuble dans les premiers cm, puis la cohésion devient rapidement assez forte ; quelques galeries ne dépassant pas 7 à 8 mm en section ; racines peu nombreuses ; passage très rapide.

13 - 66

de gris - noirâtre (10 YR 3/1 en sec) passe progressivement à de petites zones mal délimitées gris foncé (5 Y 3/1) et gris-vert (5 Y 4/1 - 4/2) ; grossièrement sablo-argileux ; éléments grossiers légèrement plus nombreux au sommet de l'horizon que vers la base de celui-ci, mais toujours rares, identiques à ceux de l'horizon supérieur, sauf vers la base de l'horizon où l'on peut noter quelques graviers et petits cailloux (ne dépassant pas 4 cm) de quartz anguleux ; massif à débit nuciforme à polyédrique assez fin puis à faible tendance polyédrique très large ; cohésion d'ensemble très forte ; durci ; les racines disparaissent pratiquement dès 30 cm ; passage rapide à très rapide.

66 - 130 et en dessous

argile d'altération vertique transportée et mêlée à quelques sables grossiers fluviatiles ; vert - grisâtre (5 Y 4/2 en sec) passant progressivement à de petites zones vert-gris clair (5 Y 5/2 - 5/3) ou assez foncé (5 Y 5/2 - 4/2) ; argileux (avec une assez sensible proportion de sables) ; les éléments

profil n° L-2656

Prélèvement n°:	A	B	C	D	E	
Profondeur minim. (cm)	0	18	50	78	128	
Profondeur maxim. (cm)	13	30	60	90	138	
Eléments Grossiers %	0,79	9,36	4,91	5,86	5,16	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE						
Argile %	14,25	17,25	20,00	27,50	43,00	
Limon fin %	4,75	3,50	3,00	5,00	5,50	
Limon grossier %	8,10	4,85	4,10	4,60	5,65	
Sable fin %	25,64	22,45	22,80	15,50	15,20	
Sable grossier %	42,05	47,78	44,60	27,00	23,96	
Matière organique %	19,32	13,81	5,47	3,32	2,17	
Carbone organique %	11,23	8,03	3,18	1,93	1,26	
Azote %	0,73	0,51	0,32	0,29	0,25	
C/N	15,38	15,75	9,94	6,66	5,04	
Matières Humiques totales C %	2,03		0,61		0,33	
Acides Humiques C %	1,36		0,35		0,12	
COMPLEXE D'ECHANGE						
Ca m.e. %	8,09	8,12	7,85	27,34	8,72	
Mg m.e. %	5,12	6,33	9,88	22,08	23,36	
K m.e. %	0,16	0,09	0,19	0,16	0,20	
Na m.e. %	0,06	0,09	0,07	0,21	0,75	
S m.e. %	13,43	14,63	17,99	49,79	39,03	
T. m.e. %	16,43	17,24	16,31	36,18	36,99	
S/T %	81,74	84,86	sature'	sature'	sature'	
pH eau	6,50	6,00	6,30	8,20	8,80	
pH KCl	5,80	5,50	6,00	8,00	8,10	
P ₂ O ₅ total (attaque nitrique) %	0,45	0,62	0,41		0,50	
P ₂ O ₅ assimilable (raoult) %	0,01	0,01	0		0,02	
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	2,90	4,91	4,11	6,14	6,67	
Fe ₂ O ₃ libre (DAB) %	1,67	3,32	2,18	3,30	2,90	
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ HCl %	57,59	67,62	53,04	53,75	43,48	

grossiers sont rares, représentés par quelques petits nodules calcaires, des gravillons anguleux de quartz hyalins ou peu ferruginisés ainsi que par de très petites concrétions pisolithiques souvent manganifères et tendres ; structure polyédriques de taille moyenne ; assez nombreux slickensides ; cohésion d'ensemble assez forte à moyenne (très forte pour les éléments structuraux).

Caractères généraux

Nous pouvons noter que l'engorgement peut aboutir à une certaine redistribution du calcaire dont nous voyons quelques petits nodules en profondeur. C'est un caractère assez fréquent dans ces sols, mais sauf cas très localisés, l'intensité ni la puissance du phénomène ne sont telles qu'on puisse ranger les sols intéressés dans le groupe à redistribution d'éléments solubles.

Nous noterons les taux de saturation rapidement élevés en profondeur ; ils atteignent 100 % très rapidement. D'autre part, les sommes de bases échangeables sont élevées, reflétant la composition du matériau originel.

Nous remarquerons également que l'évolution de la matière organique ne semble guère être ralentie par l'hydromorphie puisque les rapports C/N s'abaissent en dessous de 10, dès une faible profondeur : 40 cm environ. Il est vrai que les taux mis en jeu sont faibles, mais même en surface, où nous avons près de 2% de matière organique les rapports C/N ne s'élèvent pas au dessus de 16.

Enfin, nous voyons que l'appauvrissement en argile, malgré la présence d'un engorgement prolongé, peut être très poussé.

Sols associés

Tout un éventail de sols peuvent les accompagner : d'abord des vertisols et paravertisols (lithomorphes) sur les parties les plus basiques du socle, des sols ferrugineux lessivés concrétionnés ou non, de faciès peu profond, développés en place sur des ressants de terrain non alluvionnés ou non colluvionnés, des sols peu évolués d'apport (en particulier ceux des bourrelets de berge souvent bien drainés) des sols ferrugineux lessivés hydromorphes assez souvent indurés, surtout en direction

des versants et, bien entendu, tous les autres sols de la classe hydromorphes.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

L'hydromorphie, facteur pédogénétique essentiel, est aussi le facteur limitant de l'utilisation de ces sols. Ils sont généralement bien pourvus au plan chimique, mais l'ensemble des propriétés physiques est défavorable et leur engorgement prolongé une grande partie de l'année ne peut guère nous permettre d'envisager que la riziculture et la mise en paturages intensifs. Ce sont deux possibilités d'utilisation très rentables.

4.2.6.2. Groupe des sols a pseudo-gley (unité n° 41)

On les trouve principalement développés sur les complexes colluvio-alluviaux couvrant certains bas de pente, sur des matériaux en général plus sableux que les précédents. Ils proviennent, en grande partie de l'érosion des horizons superficiels des sols des versants. Ces complexes reposent souvent directement sur la roche sous-jacente sans transition, caractère permettant d'accepter l'hypothèse allochtone de ces matériaux.

Le pseudo-gley ne se traduit que très rarement par des redistributions d'éléments à l'échelle de l'horizon ou du profil. Les matériaux sur lesquels porte son action sont, en effet, souvent appauvris en argile et hydroxydes, si bien que l'engorgement temporaire ne s'exprime que par modifications d'ordre purement morphologique, essentiellement sur les couleurs. La présence, toujours très épisodique, de formations indurées notables, procède le plus souvent de la circulation profonde d'une nappe, peut être à la faveur de discontinuités "sédimentologiques"

Exemple : profil n° L 2448

LOCALISATION : à 0,280 km au nord est de Vou Apega sur le sentier qui rejoint Apégamé et Adjan ; latitude : 7° 32' Nord ; longitude : 1° 02' 30" Est altitude 228 mètres.

CLIMAT : tropical humide du type guinéen forestier ; température moyenne annuelle : 26 à 27° ; pluviométrie moyenne annuelle : 1.500 mm.

SITE : en bas de pente d'un assez petit glacis à 50 mètres d'un petit marigot ; pente : 0° 35'

ROCHE-MÈRE : colluvions sableuses sur gneiss à biotite du groupe du l'Ofé.

VEGETATION : savane arbustive et arborée assez claire en bordure d'une galerie forestière.

SURFACE DU TERRAIN : unie

0 - 30

gris (10 YR 4/1 en sec) ; grossièrement sableux ; excessivement rares concrétions assez petites non patinées, irrégulières et traces de feldspaths ; particulière - massif à faible tendance nuciforme assez fine à grumeleuse ; meuble à très meuble ; racines moyennement nombreuses ; passage progressif à l'horizon sous-jacent.

30 - 54

beige (10 YR 5/3 en sec) ; finement tacheté de blanchâtre et rouille clair ; autres caractères identiques à ceux de l'horizon supérieur mais on doit noter la présence d'un caillou de quartz bien arrondi à la base de l'horizon ; passage progressif

54 - 66

ocre rosé avec des mouchetures assez larges beige clair et blanchâtre ; autres caractères identiques à ceux de l'horizon de surface.

66 - 94

accumulation ferrugineuse passant progressivement de faible à forte, figurée par des concrétions irrégulières rugueuses cimentant de nombreux grains de quartz, d'abord assez petites puis assez grosses en profondeur, accompagnées d'une assez faible proportion de gravillons et de quelques cailloux isolés de

quartz anguleux ; (pouvant atteindre 10 cm et bien répartis dans l'horizon) ; le remplissage de terre fine, de beige - jaunâtre (10 YR 6/3 en sec) avec des taches diffuses beige soutenu (10 YR 5/3) passe progressivement à beige pâle (10 YR 7/3) avec de petites mouchetures ocre, très vagues (7,5 YR 6/6) ; sa texture est grossièrement sableuse, et sa structure passe de massive-particulaire à tendance nuciforme, à particulaire avec agrégats simples ; cohésion faible ; racines assez peu nombreuses passage rapide

94 - 123

beige-blanchâtre (10 YR 7/3 en sec) avec d'assez nombreuses petites taches, assez bien délimitées, ocre à ocre-rouge (2,5 YR 5 YR 5/8) ; devient progressivement sablo-argileux ; les seuls éléments grossiers sont représentés par des zones de roche très altérée encore bien structurée, apparaissant progressivement en profondeur pour devenir très nombreuses à la base de l'horizon , bariolées de gris, ocre, rouge et noir et englobant de petites veines et zones argileuses gris-clair ; massif à faible tendance nuciforme grossière à polyédrique ; cohésion moyenne à assez forte ; très rares racines ; passage assez rapide.

123-162

zone d'altération grossièrement sableuse avec un notable pourcentage d'argile plastique grise (7,5 YR 5/0) ou gris-foncé (7,5 YR 4/0) concentrée en de petites zones ; quelques blocs et fragments de roche-mère très altérée, presque entièrement disloquée, blanchâtres avec des taches moyennes, assez médiocrement délimitées, ocre-roux (5 YR 7,5 YR 6/6) et d'assez nombreuses plages de paillettes de biotite mordorée.

162- 180 et en dessous

roche-mère altérée encore légèrement structurée , d'aspect semblable aux blocs et fragments de l'horizon sus-jacent.

profil n° L-2448

Prélèvement n°	A	B	C	D	E	F	G
Profondeur minim. (cm)	0	37	66	80	114	150	171
Profondeur maxim. (cm)	9	50	72	91	122	159	176
Elements Grossiers %	1,17	5,50	14,78	58,89	3,10	2,45	8,96
ANALYSE GRANULOMETRIQUE							
Argile %	7,00	8,00	6,50	8,50	16,75	14,25	12,00
Limon fin %	4,00	2,75	5,25	5,25	7,00	5,75	5,75
Limon grossier %	8,15	7,85	7,85	6,80	11,15	10,30	7,50
Sable fin %	26,45	29,23	22,80	17,05	17,35	21,80	19,00
Sable grossier %	51,40	50,95	57,65	62,00	42,90	45,20	47,83
Matière Organique totale %	19,54	4,64	4,01	2,29	2,49		
Carbone Organique ‰	11,36	2,70	2,33	1,33	1,45		
Azote ‰	0,60	0,21	0,13	0,15	0,17		
C / N	18,93	12,86	12,26	8,87	8,53		
Matières Humiques totales C %	2,22	1,93	0,66	0,51			
Acides Humiques C ‰	1,44	0,33	0,21	0,13			
COMPLEXE DE CHARGE ‰							
Ca m.e. %	3,32	1,41	1,25	1,61	7,33	8,60	11,19
Mg m.e. %	0,89	0,07	Traces	0,13	1,84	3,76	3,93
K m.e. %	0,13	0,06	0,07	0,07	0,10	0,08	0,10
Na m.e. %	0,02	0,03	0,02	0,04	0,17	0,27	0,37
S m.e. %	4,36	1,57	1,34	1,85	9,44	12,71	15,59
T m.e. %	6,81	2,74	1,96	2,09	7,56	7,71	12,66
S / T %	64,02	57,30	68,37	88,52	saturé	saturé	saturé
pH eau	6,30	5,70	6,00	6,10	5,60	6,60	6,70
pH KCl	5,70	4,90	4,70	4,90	4,60	5,00	5,60
P ₂ O ₅ total (nitrique) ‰	1,13		0,87		1,02		.
P ₂ O ₅ assimilable (Truog) ‰	Traces		Traces		Traces		
Fe ₂ O ₃ total (attaque HCl) %	1,37						
Fe ₂ O ₃ libre (méthode DEB) %	0,44		0,70		2,16	1,62	1,99
Fe ₂ O ₃ libre / Fe ₂ O ₃ total %	32,12						
ATTAQUE TRIACIDE							
Résidu quartzeux %					55,90	55,80	49,96
SiO ₂ combinée %					20,32	19,63	21,00
Al ₂ O ₃ %					10,34	8,68	8,46
Fe ₂ O ₃ %					4,72	5,60	5,60
TiO ₂ %					0,86	0,78	0,62
CaO %					4,21	6,44	5,32
MgO %					0,42	0,68	0,51
Na ₂ O %					0,13	0,11	0,10
K ₂ O %					0,46	0,34	0,33
P ₂ O ₅ %					0,09	0,12	0,06
MnO %					0,13	0,20	0,19
Perte au feu %					3,93	3,21	3,47
Rapp. molécul. SiO ₂ / Al ₂ O ₃					3,33	3,83	4,21

Caractères généraux

En général, ces sols présentent un très fort et puissant appauvrissement. Celui-ci peut intéresser la presque totalité du matériau comme c'est le cas dans le profil ici étudié. Cette texture sableuse se traduit par des capacités d'échange réduites, qui sont cependant saturées dès une profondeur assez faible. Cependant, sous l'horizon humifère, les taux de saturation peuvent s'abaisser notablement.

Ici également, l'évolution de la matière organique est rapide : le rapport C/N s'abaisse rapidement en dessous de la surface et les valeurs de 12 à 13 que nous avons jusqu'à 90 cm de profondeur ne permettent pas de différencier sur ce plan, ces sols hydromorphes des autres sols.

Nous pouvons noter, dans ce profil, le développement d'un concrétionnement assez intense en profondeur, mais à la différence des sols ferrugineux, les nodules procèdent de l'imprégnation en masse d'un matériau sableux à l'origine. L'origine du fer ne peut donc qu'être externe par rapport à ce profil dont le pourcentage d'hydroxydes devait être bien réduit par suite de cet appauvrissement. Il faut, selon toute vraisemblance, voir dans cet horizon concrétionné, le résultat d'un apport latéral par nappe profonde circulant au contact du plancher assez imperméable que réalise le soutassement par rapport aux matériaux assez filtrants le surmontant.

Enfin, notons les fortes valeurs du rapport moléculaire silice combinée/alumine : elles sont supérieures à 3,3 dès 100 cm environ, traduisant la faible évolution géochimique du matériau.

Sols associés

Ils sont à peu près les mêmes que ceux que nous avons notés pour les sols à gley.

Propriétés agronomiques et possibilités d'utilisation

Ici, également, l'hydromorphie est le facteur limitant, mais elle n'intéresse souvent qu'une partie du profil. Aussi pouvons nous envisager dans les situations assurant un drainage externe assez rapide, un éventail de cultures plus diversifié que pour les sols à gley. L'igname en particulier, cultivé en buttes présente d'assez sérieuses chances d'être rentable.

5. CONCLUSION

La région cartographiée présente à peu près toute la gamme des sols que l'on puisse étudier non seulement au Togo mais dans toute cette partie de l'Afrique de l'Ouest. Elle est toutefois caractérisée par la prédominance marquée des sols ferrugineux tropicaux lessivés-appauvris, en particulier de ceux du sous-groupe à concrétions. Ceux-ci se développent à partir de n'importe quel matériau, qu'il soit géochimiquement très évolué, comme celui des altérations ferrallitiques, ou très peu, comme les matériaux riches en argiles 2/1, souvent vertiques des sols régiques. Même dans certains vertisols, on peut noter des signes d'évolution vers les sols ferrugineux : massivité de la structure, appauvrissement en argile des horizons supérieurs, ségrégations et concentrations ferrugineuses....etc..

La richesse en quartz du soubassement ainsi que la généralisation des processus de lessivage-appauvrissement contribuent au développement de sols très sableux sur une partie importante du profil. Par ailleurs le concrétionnement et l'induration d'ensemble des hydroxydes de fer telle qu'elle aboutit à des carapaces et parfois à des cuirasses sont des phénomènes également très généraux. Enfin l'hydromorphie n'est pas, dans la plupart des cas, le processus déterminant de la pédogenèse, mais elle se développe préférentiellement du nord au sud de la pénéplaine, si bien que nous arrivons, dans les parties méridionales de celle-ci, à noter d'assez grands ensembles de sols ferrugineux lessivés engorgés temporairement dès une faible profondeur.

Parallèlement à cette hydromorphie, nous assistons, toujours vers le sud à l'extension des zones de sols régiques dans argile d'altération plus ou moins vertique, aux propriétés physiques assez défavorables.

Il est permis d'affirmer qu'il n'existe aucune zone de sols ne posant, du point de vue chimique ou/et physique, aucun problème.

Les fiches d'analyses nous montrent, en effet, que la somme des bases échangeables est en moyenne, faible à très faible, sauf exceptions que nous relevons principalement dans les vertisols et sols régiques dans argile d'altération riche en minéraux 2/1, c'est à dire dans des formations pédologiques présentant par ailleurs des caractéristiques physiques pour la moins peu favorables. C'est dans l'horizon de surface, le mieux pourvu en matière organique que les taux de bases échangeables sont souvent le plus élevés dans la tranche des profils explorables par les racines. Il sera donc nécessaire de conserver le mieux possible, ce stock rapidement lixivié dès que les taux de matière organique fléchissent. En ce sens toutes les actions tendant à préserver cette dernière seront nécessaires.

De même l'azote, s'il présente un taux assez élevé dans l'horizon humifère de certains sols (ferrallitiques sous forêt ou hydromorphes à gley en particulier) s'abaisse assez rapidement en profondeur de la plupart des profils,

à des pourcentages relativement bas, suivant en cela, la répartition de la matière organique. Celle-ci, sauf dans certains sols très engorgés comme ceux du groupe hydromorphe à gley, est en général, rapidement minéralisable. Sous défrichement, c'est à dire là où son bilan se trouve déséquilibré par rupture des apports naturels, toujours importants, ses pourcentages décroissent très vite. D'autre part, elle risque alors de ne plus se retrouver que sous des composés assez fortement polymérisés dont la disponibilité de l'azote est très hypothétique.

Mais l'utilité de la matière organique ne se résume pas au seul chimisme de l'azote. Elle intervient pour imprimer au sol des propriétés physiques ^{différentes} et en général plus favorables aux plantes que celles de la matière minérale seule. Par l'agrégation des particules elle intervient sur la stabilité de l'argile, sur l'aération, la porosité...etc.. Par conséquent, dans tous ces sols si fragiles, à l'équilibre si précaire, toute mise en culture, toute méthode culturale devra tendre à conserver ce stock organique. Il n'est guère permis d'espérer beaucoup de la technique des engrais verts dont l'action est encore mal connue en pays tropicaux et en tout cas, lente. Il est préférable de prévoir des jachères suffisamment longues.

Enfin, le phosphore est un des éléments les plus déficients dans ces sols. Les dosages de la forme dite "assimilable" (par la méthode TRUOG) nous donnent des valeurs particulièrement très faibles et ceux du total de cet élément ne viennent guère corriger cette estimation extrêmement défavorable, d'autant plus qu'il est souvent engagé dans des combinaisons insolubles avec des hydroxydes de fer. Sur ce plan, la présence de quantités suffisantes de matière organique permet d'escompter une disponibilité plus élevée de phosphore total.

Au plan physique, les deux principaux problèmes d'ensemble du socle proviennent de l'appauvrissement en argile et du concrétionnement ainsi que de l'induration en masse des hydroxydes de fer.

Le premier retentit sur les propriétés chimiques par incapacité pour les horizons sableux ainsi développés, de retenir les bases et certainement le phosphore, ainsi que naturellement sur les propriétés hydriques. Il semble être favorisé par l'abaissement des taux de matière organique. Le second n'est pas en soi un phénomène dangereux, mais il aboutit dans le cas du concrétionnement à réduire très fortement le volume "utile" de sol, et dans celui de l'induration, à opposer aux racines un obstacle pratiquement infranchissable.

Nous notons donc que le problème le plus immédiat, dans la mise en valeur de tous ces sols est celui de la conservation des horizons humifères développés sous végétation naturelle. La mesure la plus rentable sur ce plan sera

de prévoir des rotations telles qu'elles permettent des remises en jachères prolongées après un cycle de cultures le plus court possible. Il faudra donc avant tout limiter la densité de population des zones à coloniser et à l'échelle, non seulement du pays, mais de régions, des villages même, prévoir un équilibre agro sylvo-pastoral qui reste à définir en pays tropical mais est certainement le seul moyen tout en préservant le potentiel de ressources, d'en tirer le plus grand parti.

Dans le cadre d'un développement agricole de cette région naturelle du Togo, l'effort principal devra être porté sur les sols présentant des meilleures caractéristiques physiques. Il est en effet, plus aisé de corriger, par des engrais, ou plus souvent par des rotations et jachères bien conçues, le chimisme de ces sols que leurs défauts physiques. Seront donc retenus en priorité tous les sols ferrallitiques, puis les sols ferrugineux développés dans matériaux ferrallitiques ou kaoliniques. Ces derniers sont, pour leur grand groupe, ceux dont l'appauvrissement en argile et le concrétionnement ne sont, en général, pas poussés à des degrés extrêmes, en écartant, bien entendu ceux dont l'induration (en carapace ou cuirasse) débute à trop faible profondeur.

En ce sens, la région la plus favorable, puisque couverte par une forte proportion de ces sols, se trouve être celle du triangle Tchamba-Balanka-Coubi, ainsi qu'en général tout l'EST-MONO au nord du 8ème parallèle. L'intéressante expérience du développement de la culture du coton effectuée à Kammbolé, au sein de cette zone, est d'ailleurs là pour en témoigner.

Si nous devons donner un ordre de classement des potentialités globales agricoles des sols, en tenant compte que leurs propriétés chimiques et physiques peuvent se contrebalancer, il serait selon le numéro des unités cartographiées, le suivant : 32-34-33-27-39-38-35 - 18-19-13-15-29-28. Toutes les autres unités présentent des déficiences poussées soit physiques soit chimiques ou bien les deux à la fois : par hydromorphie, par induration, par trop intense concrétionnement ou bien par appauvrissement. Les vertisols et, dans une certaine mesure les sols régiques, présentent un cas particulier, découlant des propriétés physiques spéciales à la minérologie de leurs matériaux argileux.

Il ne faudra jamais perdre de vue, dans tout projet agricole, l'extrême hétérogénéité des facteurs fondamentaux de la pédogenèse, en particulier, celle du soubassement lithologique qui joue un rôle déterminant, ainsi que d'une topographie finement ondulée conditionnant le drainage.

Le même type de sol, au sens dans lequel ce terme est employé dans la classification française, ne couvre d'une façon homogène, jamais de superficies

supérieures à quelques hectares et cela est souvent vrai pour le faciès et même le sous-groupe.

C'est donc avec prudence que toute extension de cultures devra être effectuée, et sans perdre de vue qu'une cartographie au 1/200.000 ne peut-être qu'un document de base dont la valeur est surtout celle d'un outil de planification à l'échelle du pays.

BONDY - novembre 1973

A.LEVEQUE.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AICARD (P.), 1957- Les terrains précambriens du Togo et leur extension vers le nord-est (Dahomey) - Thèse doct. Univ. Nancy 1953, République du Togo, Ministère des Mines, Direction des Mines et de la Géologie- 1957, 221 p.
- ANNALES DES SERVICES METEOROLOGIQUES DE LA FRANCE D'OUTRE-MER.
- AUBERT (G.), 1965- Classification des Sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la Section de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M. Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédol., III, 3, p.269-288.
- AUBERT (G.) et SEGALIN (P.), 1966- Projet de la classification des sols ferrallitiques. Cahiers O.R.S.T.O.M., série Pédol., IV, 4, p. 97-112.
- AUBREVILLE (A.), 1949- Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique tropicale. Société d'Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales, 351 p.
- COMMISSION DE PEDOLOGIE ET DE CARTOGRAPHIE DES SOLS (1967) - Classification des sols, Edition 1967.
- DUBROEUCQ (D.), 1971- Carte pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200.000 - Feuille Banté. Centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou, multigraphié 87 p. et annexes.
- DUCHAUFOR (P.), 1972- Processus de formation des sols-Biochimie et géochimie. Centre de Pédologie du CNRS -Université de Nancy I. 131 p.
- FAURE (P.) - Carte Pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200.000, feuille Djougou. Notice explicative, 1 carte, centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou, multigraphié, 96 p.
- LAMOUREUX (M.), 1954 - Sur la carte d'utilisation des sols et sur la carte pédologique de la boucle Ogou-Mono. Extrait des C.R. de la 2ème Conférence Interafricaine des sols, Léopoldville, 9-14 août 1954; Document 76, Section II A b, p.945-965.
- LAMOUREUX (M.), 1956- Etude de la fertilité et de l'utilisation des sols ferrugineux tropicaux du Moyen Togo. Congr. Int. Sci. Sol, 6, 1956, Paris, vol.D, p.423-426.
- LAMOUREUX (M.), 1961- Les sols du Togo et le palmier à huile-1-Vallée du Sio. Inst. Rech. du Togo. O.R.S.T.O.M., multigraphié, 43 p. cartes des sols et topographiques au 1/10.000
- LAMOUREUX (M.), 1969-Notice explicative n°34. Carte pédologique du Togo au 1/1.000.000. O.R.S.T.O.M., 91 p.
- LENEUF (N.), 1959- L'altération des granites calco-alcalins et des granodiorites en Côte d'Ivoire forestière et les sols qui en sont dérivés. Thèse Sci. Nat. Paris, O.R.S.T.O.M., Paris, 210 p.
- LEVEQUE (A.), 1965- Les sols de la zone B de l'EST-MONO-Cartographie au 1/50.000. Centre O.R.S.T.O.M. de LOME- multigraphié 47 pages.

- LEVEQUE (A.), 1969- Le problème des sols à nappes de gravats. Observations et réflexions préliminaires pour le socle granito-gneissique au Togo. Cah.O.R.S.T.O.M., série Pédol., vol.VII, n°1, p.43-69.
- LEVEQUE (A.), 1969- Les principaux événements géomorphologiques et les sols sur le socle granito-gneissique au Togo. Cah.O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol.VII, n°1 p.203-224.
- LEVEQUE (A.), 1970- L'origine des concrétions ferrugineuses dans les sols du socle granito-gneissique au Togo. Approche du problème. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. VIII, n°3, p .321-348.
- MARTIN (D.), 1969- Les sols hydromorphes à pseudo-gley lithomorphes du Nord-Cameroun (1ère et 2ème parties). Cah. O.R.S.T.O.M., sér.Pédol. vol.VII n°2 p.237-279 et vol.VII n°3 p.311-343.
- VOLKOFF (E.), 1969- Carte pédologique de reconnaissance du Dahomey au 1/200.000. Feuille de Dassa-Zoumé. Notice explicative, 1 carte. Centre O.R.S.T.O.M. de Cotonou, multigraphié, 64 p.

CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE DU TOGO À 1/200000

FEUILLES : BADOU ET ABOMEY

SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE



LEGENDE

- CLASSE DES SOLS MINÉRAUX BRUTS**
SOUS-CLASSE D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
GROUPE DES SOLS D'ÉROSION OU SQUELETTIQUES
SOUS-GROUPE DES LITHOSOLS
 Familles : 1 ☐ gneiss 2 ☐ quartzites 3 ☐ cuirasses affleurantes
- CLASSE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS**
SOUS-CLASSE DES SOLS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
GROUPE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION
SOUS-GROUPE DES SOLS LITHIQUES
 Familles : 4 ☐ roches basiques 5 ☐ quartzites, micaschistes ou gneiss
SOUS-GROUPE DES SOLS RÉOQUES
 6 ☐ Facies verticale de profondeur - Famille : dans argile d'altération à caractères montmorillonitiques de gneiss mésochrates ou mélanocrates à amphibole et/ou biotite
 7 ☐ Facies de tendance ferrugineuse hydromorphe appauvrie et concrétionnée - Famille : dans argile d'altération à caractères montmorillonitiques de gneiss mésochrates
GROUPE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT
SOUS-GROUPE HYDROMORPHE À PSEUDO-GLEY
 8 ☐ Facies plus ou moins appauvrie et fortement concrétionnée de profondeur - Famille : dans complexe colluvio-alluvial d'origine terrallitique (quartzites et micaschistes)
- CLASSE DES VERTISOLS ET PARAVERTISOLS**
SOUS-CLASSE LITHOMORPHE
GROUPE NON GRUMOSOLIQUE
SOUS-GROUPE MODAL
 9 ☐ Famille : hornblendites, pyroxénites, amphibolites
SOUS-GROUPE À CARACTÈRES VERTIQUES PEU ACCENTUÉS
 10 ☐ Facies de dégradation à tendance ferrugineuse lessivée-appauvrie et concrétionnée - Famille : gneiss mélanocrates ou mésochrates
- CLASSE DES SOLS À SESQUIOXYDES DE FER**
SOUS-CLASSE DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX
GROUPE DES SOLS LESSIVÉS (-APPAUVRIS)
SOUS-GROUPE DES SOLS NON OU PEU CONCRÉTIONNÉS
 11 ☐ Facies peu profonde des sols fortement appauvris
 Famille : argène de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite
 12 ☐ Facies profonde des sols fortement appauvris
 Famille : argène de gneiss leucocrates
 13 ☐ Facies peu profonde des sols fortement appauvris
 Famille : altération riche en argiles 2/4 de gneiss ou de micaschistes
 14 ☐ Facies peu profonde moyennement lessivée-appauvrie
 Famille : altération riche en argiles 2/4 de gneiss ou de micaschistes
 15 ☐ Facies peu profonde moyennement appauvrie
 Famille : altération kaolinique plus ou moins hydromorphe de micaschistes
SOUS-GROUPE À CONCRÉTIONS
 16 ☐ Facies peu profonde - Famille : altération riche en argiles 2/4 de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite
 17 ☐ Facies peu profonde - Famille : altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite
 18 ☐ Facies profonde des sols fortement appauvris - Famille : argène de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes
 19 ☐ Facies profonde des sols fortement appauvris et fortement concrétionnés
 Famille : altération riche en argiles 2/4 de gneiss leucocrates à mésochrates ou de micaschistes à muscovite
 20 ☐ Facies profonde à lessivage-appauvrissement moyennement profond
 Famille : altération pauvre en argiles 2/4 de gneiss (à deux micas, à amphibole et/ou à biotite) ou de micaschistes à muscovite
 21 ☐ Facies profonde à lessivage-appauvrissement moyennement profond
 Famille : altération ferrallitique à kaolinite très dominante de gneiss à amphibole et/ou à biotite ou de micaschistes à muscovite
 22 ☐ Facies profonde à lessivage-appauvrissement profond
 Famille : altération ferrallitique à kaolinite très dominante de gneiss à amphibole et/ou à biotite ou de micaschistes à muscovite
SOUS-GROUPE À HYDROMORPHIE
 23 ☐ Facies peu profonde à fort concrétionnement - Famille : altération riche en argiles 2/4 de gneiss (à amphibole et/ou à biotite) ou de micaschistes à muscovite
 24 ☐ Facies profonde à fort concrétionnement
 Famille : altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes
 25 ☐ Facies altération riche en argiles 2/4 de gneiss leucocrates à mésochrates ou de micaschistes à muscovite
 26 ☐ Facies altération kaolinique de gneiss ou de micaschistes
 27 ☐ Facies profonde à induration de profondeur dans matériaux indéterminés
 28 ☐ Facies profonde non ou peu concrétionnée dans matériaux divers
 29 ☐ Facies à induration de faible profondeur dans matériaux indéterminés
 30 ☐ Facies profonde des sols fortement appauvris et fortement concrétionnés
 Famille : altération riche en argiles 2/4 de gneiss divers ou de micaschistes
SOUS-GROUPE À INDURATION (à carapace ou cuirasse)
 31 ☐ Facies modal à induration débutant à une
 - Famille : altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe
 32 ☐ Facies modal à induration débutant à une
 - Famille : altération à minéraux argileux 2/4 de gneiss divers ou de micaschistes
 33 ☐ Facies d'érosion plus ou moins ancienne
 - Famille : altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe
 34 ☐ Facies altération à minéraux argileux 2/4 de gneiss divers ou de micaschistes
- CLASSE DES SOLS FERRALLITIQUES**
SOUS-CLASSES DES SOLS FAIBLEMENT ET MOYENNEMENT DESATURÉS
GROUPE TYPIQUE
SOUS-GROUPE MODAL
 35 ☐ Facies concrétionnée - Famille : gneiss divers
 36 ☐ Facies peu concrétionnée - Famille : micaschistes à muscovite ou quartzites
GROUPE DES SOLS APPAUVRIS
SOUS-GROUPE MODAL
 37 ☐ Facies moyennement concrétionnée
 Famille : gneiss ou micaschistes à muscovite
SOUS-GROUPE LITHOMORPHE
 38 ☐ Facies d'induration deses grande profondeur
 Famille : roches-mères indéterminées
 39 ☐ Facies d'induration de moyenne ou faible profondeur
 Famille : roches-mères indéterminées
GROUPE DES SOLS REMANIES
SOUS-GROUPE MODAL
 40 ☐ Facies d'évolution superficielle en sols ferrugineux lessivés-appauvris et plus ou moins concrétionnés
 Famille : gneiss ou micaschistes
GROUPE DES SOLS RAJEUNIS OU PENEVOLUÉS
SOUS-GROUPE DES SOLS ÉRODÉS ET RAJEUNIS
 41 ☐ Famille : micaschistes à muscovite ou quartzites
 42 ☐ Famille : gneiss le plus souvent mésochrates
- CLASSE DES SOLS HYDROMORPHE**
SOUS-CLASSE DES SOLS MINÉRAUX OU PEU HUMIFIÉRÉS
GROUPE DES SOLS À GLEY
 43 ☐ Famille : dans complexes colluvio-alluviaux dérivés de gneiss ou de micaschistes à muscovite
GROUPE DES SOLS À PSEUDO-GLEY
 44 ☐ Famille : dans complexes colluvio-alluviaux dérivés de gneiss ou de micaschistes à muscovite

Dessinée par A. LÉVÊQUE & J. MACÉ

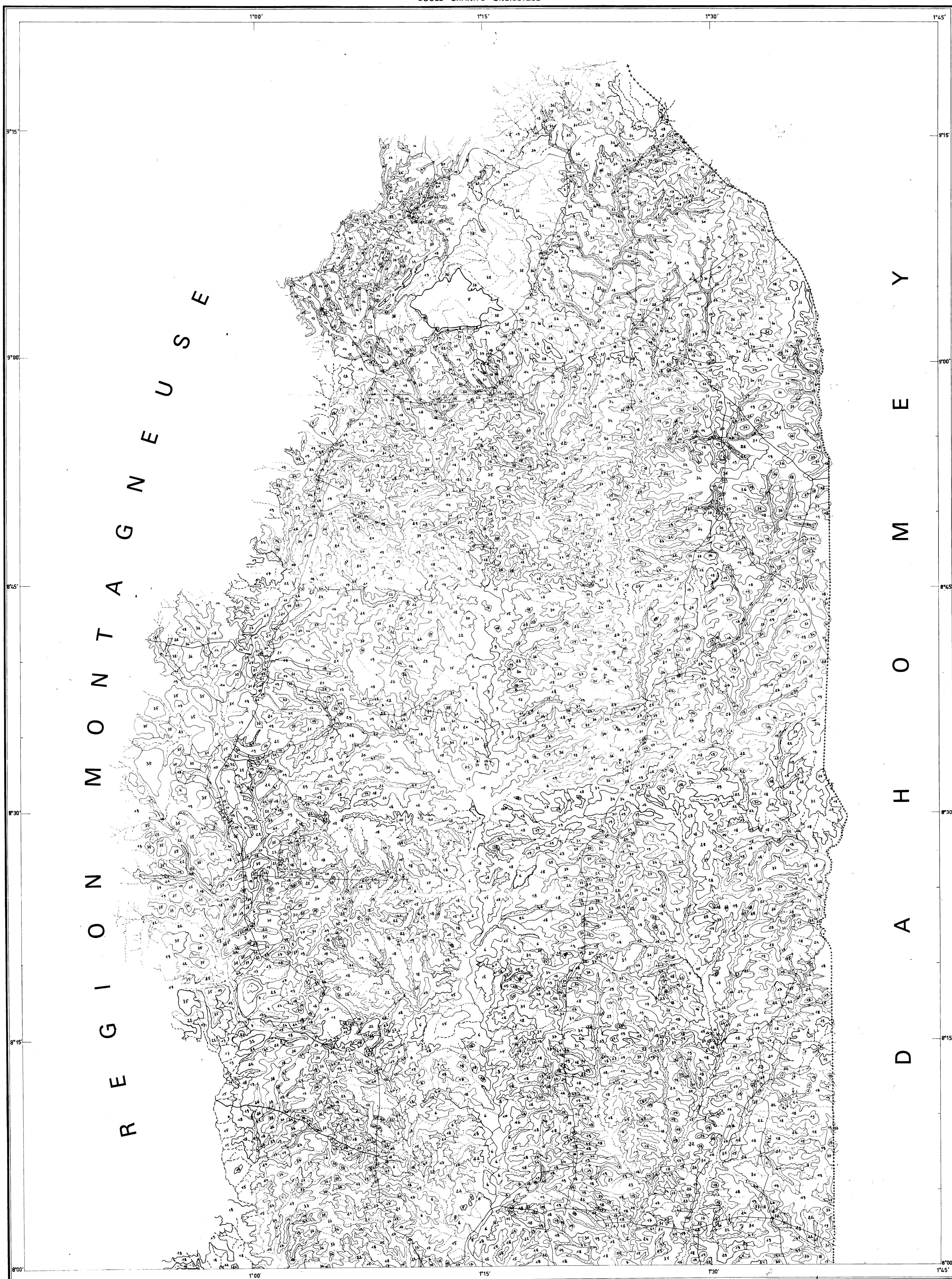
Dessinée par A. LÉVÊQUE - D.R.S.T.O.M. LOMÉ-BONDY 1972-1973

km 2 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 km
 Fond topographique : cartes IGN 1/200000 Feuilles NB-31-XIX - NB-31-XX

CARTE PEDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE DU TOGO À 1/200000

FEUILLES : DJOUGOU - FAZAO - SOKODÉ

SOCLE GRANITO-GNEISSIQUE



LEGENDE

CLASSE DES SOLS MINÉRAUX BRUTS
SOUS-CLASSE D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
GROUPE DES SOLS D'ÉROSION OU SQUELETTIQUES
SOUS-GROUPE DES LITHOSOLS

Familles: 1 gneiss ou 2 quartzites 3 cuirasse affleurante

CLASSE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS
SOUS-CLASSE DES SOLS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
GROUPE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION
SOUS-GROUPE DES SOLS LITHIQUES

Familles: 4 roches basiques 5 quartzites, micaschistes ou gneiss

SOUS-GROUPE DES SOLS RÉOLÉTIQUES

6 Facies réolétique de profondeur - Famille: dans argile d'alluvion à caractères montmorillonitiques de gneiss mésochrates ou mélanocrates à amphibole et/ou biotite

7 Facies de tendance ferrugineuse hydromorphe appauvrie et concrétionnée - Famille: dans argile d'alluvion à caractères montmorillonitiques de gneiss mésochrates

GROUPE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT

SOUS-GROUPE HYDROMORPHE À PSEUDO-GLEY

8 Facies plus ou moins appauvrie et fortement concrétionnée de profondeur - Famille: dans complexes colluviaux ou colluvio-alluviaux d'origine ferrallitique (quartzites et micaschistes)

CLASSE DES VERTISOLS ET PARAVERTISOLS

SOUS-CLASSE LITHOMORPHE

GROUPE NON GRUMOSOLIQUE

SOUS-GROUPE MODAL

9 Famille: horndendites, pyroxénites, amphibolites

10 Facies de dégradation à tendance ferrugineuse lessivée-appauvrie et concrétionnée - Famille: gneiss mélanocrates ou mésochrates

CLASSE DES SOLS À SESQUIOXYDES DE FER

SOUS-CLASSE DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

GROUPE DES SOLS LESSIVÉS (APPAUVRIS)

SOUS-GROUPE DES SOLS NON OU PEU CONCRÉTIONNÉS

11 Facies peu profonde des sols fortement appauvris - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

12 Facies profonde des sols fortement appauvris - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

13 Facies peu profonde des sols fortement appauvris et fortement concrétionnés - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

14 Facies peu profonde moyennement appauvrie - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

15 Facies peu profonde moyennement appauvrie - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

SOUS-GROUPE À CONCRÉTIONS

16 Facies peu profonde - Famille: altération riche en argiles 2/4 de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite

17 Facies peu profonde - Famille: altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

18 Facies profonde des sols fortement appauvris - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

19 Facies profonde des sols fortement appauvris et fortement concrétionnés - Famille: argile de gneiss leucocrates ou altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

20 Facies profonde à lessivage-appauvrissement moyennement profond - Famille: altération souvent riche en argiles 2/4 de gneiss (à deux micas, à amphibole et/ou à biotite) ou de micaschistes à muscovite

21 Facies profonde à lessivage-appauvrissement moyennement profond - Famille: altération ferrallitique à kaolinite très dominante de gneiss à amphibole et/ou à biotite ou de micaschistes à muscovite

22 Facies profonde à lessivage-appauvrissement profond - Famille: altération ferrallitique à kaolinite très dominante de gneiss à amphibole et/ou à biotite ou de micaschistes à muscovite

SOUS-GROUPE À HYDROMORPHIE

23 Facies peu profonde à fort concrétionnement - Famille: altération riche en argiles 2/4 de gneiss (à amphibole et/ou à biotite, ou à deux micas) ou de micaschistes à muscovite

24 Facies profonde à fort concrétionnement - Famille: altération finement sablo-argilo-limoneuse de micaschistes à muscovite

25 Facies profonde à fort concrétionnement - Famille: altération riche en argiles 2/4 de gneiss leucocrates à mésochrates ou de micaschistes à muscovite

26 Facies profonde à induration de profondeur dans matériaux indéterminés - Famille: altération kaolinique de gneiss ou de micaschistes

27 Facies profonde non ou peu concrétionnée dans matériaux divers - Famille: altération de gneiss ou de micaschistes

28 Facies à induration de faible profondeur dans matériaux indéterminés - Famille: altération de gneiss ou de micaschistes

29 Facies profonde des sols fortement appauvris et fortement concrétionnés - Famille: altération riche en argiles 2/4 de gneiss divers ou de micaschistes à muscovite

30 Facies modale à induration déboulante à une assez grande profondeur - Famille: altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe

31 Facies modale à induration déboulante à une assez grande profondeur - Famille: altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe

32 Facies modale à induration déboulante à une assez grande profondeur - Famille: altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe

33 Facies modale à induration déboulante à une assez grande profondeur - Famille: altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe

34 Facies modale à induration déboulante à une assez grande profondeur - Famille: altération ferrallitique à kaolinite dominante ou altération kaolinique plus ou moins hydromorphe

CLASSE DES SOLS FERRALLITIQUES

SOUS-CLASSES DES SOLS FAIBLEMENT ET MOYENNEMENT DESATURÉS

GROUPE TYPIQUE

SOUS-GROUPE MODAL

35 Facies concrétionnée - Famille: micaschistes à muscovite ou quartzites

36 Facies peu concrétionnée - Famille: micaschistes à muscovite ou quartzites

GROUPE DES SOLS APPAUVRIS

SOUS-GROUPE MODAL

37 Facies moyennement concrétionnée - Famille: gneiss ou micaschistes à muscovite

38 Facies d'induration assez grande profondeur - Famille: roches-mères indéterminées

39 Facies d'induration de moyenne ou faible profondeur - Famille: roches-mères indéterminées

GROUPE DES SOLS REMANÉS

SOUS-GROUPE MODAL

40 Facies d'évolution superficielle en sols ferrugineux lessivés-appauvris et plus ou moins concrétionnés - Famille: gneiss ou micaschistes

41 Facies d'évolution superficielle en sols ferrugineux lessivés-appauvris et plus ou moins concrétionnés - Famille: gneiss ou micaschistes

GROUPE DES SOLS RAJEUNIS OU PENEVOLUÉS

SOUS-GROUPE DES SOLS ÉRODÉS ET RAJEUNIS

42 Famille: micaschistes à muscovite ou quartzites

43 Famille: gneiss le plus souvent mésochrates

CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES

SOUS-CLASSE DES SOLS MINÉRAUX OU PEU HUMIFÈRES

GROUPE DES SOLS À GLEY

44 Famille: dans complexes colluvio-alluviaux dérivés de gneiss ou de micaschistes à muscovite

GROUPE DES SOLS À PSEUDO-GLEY

45 Famille: dans complexes colluvio-alluviaux dérivés de gneiss ou de micaschistes à muscovite

Dessiné par A. LÉVÊQUE & J. MACÉ

Dressée par A. LÉVÊQUE - O.R.S.T.O.M. LOMÉ - 1972

km 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

Fond topographique: cartes IGN 1/200 000 Feuilles NC-31-XIII, NC-31-I, NC-31-II